REVISTA
Criacionista
Publicação da Sociedade Criacionista Brasileira. Ano 48 – Nº 100 – anual/2019

COMENTÁRIO SOBRE A NARRATIVA NEOTESTAMENTÁRIA DA CRIAÇÃO

PEGADAS DE DINOSSAUROS

MOTOR BACTERIANO

CONSCIÊNCIA E SENSCIÊNCIA

Sociedade Criacionista Brasileira

Nossa capa

O motivo central de nossa capa são os fogos de artifício que sempre apontam para comemorações de algum evento que merece ser proclamado de forma especial.

Neste caso, o evento é a publicação do centésimo número da Revista Criacionista (numerados a partir do primeiro número, quando ainda o seu nome era "Folha Criacionista").

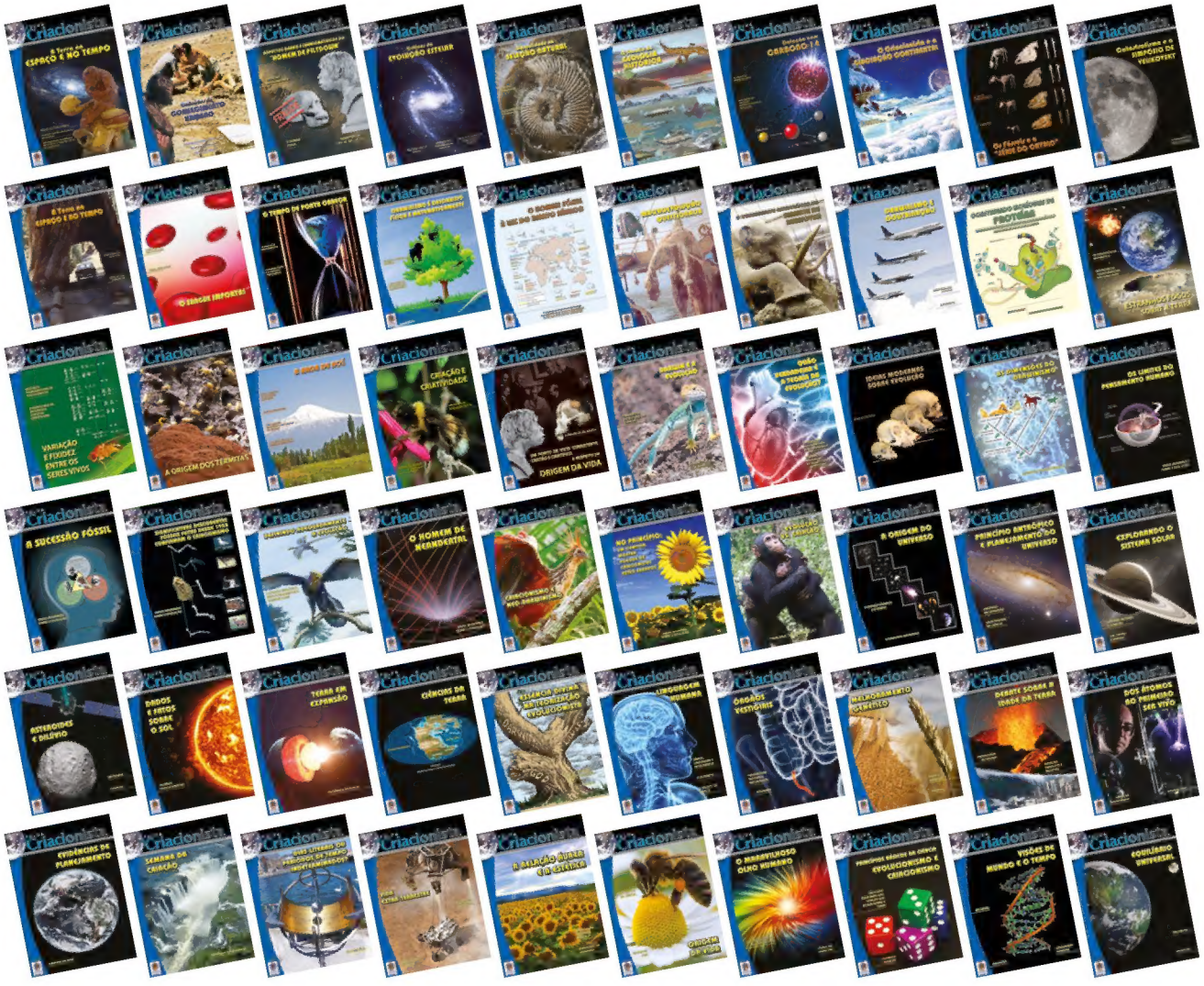
Publicada inicialmente com a intenção de ser quadrimestral (3 números por ano, o que logo se mostrou incompatível com o tempo disponível de seus primeiros editores) logo passou a ser semestral, razão pela qual seu centésimo número antecipa-se à comemoração do cinquentenário da sua editora, a Sociedade Criacionista Brasileira.

De qualquer forma, a modesta "Folha Criacionista" impressa em mimeógrafo, em metade do tamanho A-4 e letras bastante miúdas, com as bênçãos de Deus tornou-se a atual "Revista Criacionista", impressa em policromia, tamanho A-4, papel couché.

E podemos aproveitar este clima de comemoração e agradecimento a Deus pelas Suas inumeráveis bênçãos que nos permitiram chegar até aqui, para antecipar a nossos leitores que a SCB espera poder encerrar no próximo ano de 2020 a diagramação de todos os artigos e notícias publicados nestes 100 números da Folha / Revista Criacionista para a publicação em 2021 de um "Compêndio Fé e Ciência".

A ideia é publicá-lo em formatação eletrônica e impressa, para ser lançado em comemoração ao cinquentenário da SCB, como fonte de referência para o fácil acesso ao acervo de todo o trabalho de divulgação efetuado pela SCB, nos artigos e notícias desses 100 números da FC/RC, em comemoração ao cinquentenário da SCB.

Que Deus nos abençoe a todos para a concretização de mais este sonho!



Editorial

Vem de Esopo, em tradução livre, a famosa fábula da raposa e da máscara a seguir transcrita:

"Em certo dia de verão, uma raposa passeava pelos campos e encontrou em seu caminho uma máscara de teatro. Pegou-a com grande curiosidade e, examinando-a detidamente, reparou que era oca por dentro.

Ao constatar isso ela não conteve o riso e disse:

– É pena que uma cabeça de rosto tão lindo não tenha cérebro!

E foi-se embora rindo e julgando aquela máscara que lhe parecia tão insignificante."

Em sua conclusão, Esopo deixa patente que, para a raposa, a máscara não tinha valor, já que "lhe parecia tão insignificante".

A raposa, todavia, não conhecia o poder que a máscara tinha e tem de fazer com que os espectadores de uma peça teatral adentrem em seu enredo e a vivenciem com tal entusiasmo que a ficção confunde-se com a realidade.

A estonteante beleza da máscara aliada a todo o cenário e ao envolvente "canto da sereia" constituem o complexo perfeito para que os espectadores esqueçam-se dos atores e limitem-se a contemplar o personagem por ela incorporado.

Fora do palco, todavia, ao examinar detidamente aquele objeto, a raposa consegue observar a essência da máscara e chegar à inafastável conclusão de que "não tem cérebro!".

A fábula nos convida a examinar e seguir o exemplo dos gregos em buscar, antes de tudo, identificar a essência das coisas.

Se assim o fizermos em relação a inúmeros dogmas e axiomas comumente propagados, chegaremos a conclusões sobre tais matérias bastante distintas das que compõem o senso comum.

É o que ocorre de modo muito incisivo com a doutrina evolucionista.

Neste centésimo número da publicação do seu periódico, hoje denominado "Revista Criacionista", após praticamente 50 anos de divulgação do Criacionismo Bíblico com ênfase na existência de planejamento, desígnio e propósito na natureza e na vida do ser humano, a Sociedade Criacionista Brasileira tem a satisfação de apresentar um artigo de fundo especialmente solicitado ao Dr. Vanderlei Dorneles, nosso amigo de longa data, tendo como tema a conexão entre os aspectos doxológico e escatológico da Criação. Certamente a escolha do nome do Dr. Vanderlei Dorneles foi muito apropriada, dada a sua atividade de estudioso de notório saber, reconhecido como autoridade no campo da escatologia bíblica e grande divulgador de interpretações proféticas relacionadas direta e indiretamente com a importância da Semana da Criação no contexto da pregação do Evangelho "a todas as tribos, línguas e nações" em nossos dias.

Dado o caráter não confessional da Revista Criacionista, foi considerado oportuno que o artigo abordasse a importância da divulgação do Criacionismo Bíblico no contexto da Primeira Mensagem Angélica de Apocalipse 14:6-7, de forma abrangente, estendida não só de maneira especial ao âmbito da Igreja Adventista do Sétimo Dia como sua missão distintiva, mas também como mensagem especialmente dirigida nestes tempos finais ao povo de Deus em geral, que está sendo chamado para "sair de Babilônia".

Tendo em vista, também, que este número 100 de nosso periódico está sendo publicado no segundo ano da gestão atual da Diretoria da SCB (empossada

no ano passado) tendo como Presidente o Dr. Marcos Natal de Souza Costa, achou-se interessante comemorar a transição da Presidência da SCB, exercida até então, desde a sua fundação, pelo Prof. Ruy Carlos de Camargo Vieira, mediante a publicação de um artigo escrito por ambos, abordando em conjunto, de maneira singular, as suas respectivas áreas de especialização, na tentativa de contribuir para a melhor compreensão de uma realidade paleontológica à luz de conhecimentos hidrodinâmicos modernos.

O terceiro artigo constante deste número da Revista Criacionista é a tradução do artigo publicado pela nossa comgênere alemã "Wort und Wissen" em seu periódico "Studium Integrale Journal" do mês de maio de 2010, de autoria de Siegfried Scherer. Trata-se de uma interessante contribuição para a compreensão da complexidade irredutível de um "simples" flagelo bacteriano, acionado por um motor de prótons para proporcionar o deslocamento de uma também "simples" bactéria, evidenciando muito mais do que somente um indício da existência de desígnio e propósito no cenário evolutivo hipotético usualmente aceito como dogma. A SCB agradece particularmente a contribuição voluntária de nossos associados fundadores Ph.D Rivelino Montenegro, que traduziu este artigo da língua alemã para a portuguesa, e D.Sc. Wellington dos Santos Silva, que realizou a revisão técnica do texto traduzido.

O quarto artigo, de autoria de nosso colaborador Edmar Gomes Rodrigues, com doutorado na UFRJ, atualmente em seu pós-doutorado na "Memorial University", no Canadá, apresenta preciosos subsídios de natureza filosófica e científica a respeito do clássico problema do "dualismo de substância" entre corpo e mente, destacando que as concepções modernas do monismo aproximam-se da concepção bíblica original segundo a qual mente e corpo, espírito e matéria, alma e organismo são "faces de uma mesma moeda".

O conteúdo desses quatro artigos é uma pequena mas contundente prova de que a cosmovisão criacionista é dotada de um irrefutável embasamento científico e epistemológico pouco conhecido tanto por parte dos leigos quanto da comunidade acadêmica.

No sentido oposto, se examinarmos a doutrina evolucionista em sua essência, chegaremos à conclusão de que ela não passa de dogma sem base científica, cuja defesa limita-se a utilizar a capacidade de variação dentro das espécies como prova de que seria possível formarem-se novas espécies.

Essa capacidade de variação é um fato. As interpretações que a ele se dão é que determinam a cosmovisão de quem analisa: aos olhos do cristão, isso apenas reflete o dom que Deus concedeu às espécies de terem um espectro de variação em suas características adjetivas. Aos olhos do evolucionista, representa um poder de um dia surgir nova espécie.

Alguma espécie nova surgiu desde que existe humanidade? Não. Só surgiram especulações teóricas sem qualquer base científica.

Mesmo a condição de validade a que Darwin submeteu sua teoria – de que ela só seria verdadeira se os registros fósseis encontrassem milhões de espécies de transição – jamais se demonstrou válida, pois as escavações conduzidas nos 160 anos que se passaram serviram para demonstrar que não há espécies de transição.

E por que não há? Simples: porque não existem.

Elas são apenas parte do enredo da ficção.

As máscaras são as diversas teorias contrárias às verdadeiras evidências científicas e ao relato bíblico de nossa origem divina.

Máscara, porém, por mais linda que seja, é vazia.

Mas só verão isso aqueles que tiverem a coragem de a tomarem na mão e observarem o que está por trás dessa beleza: que não passa de máscara, é oca, não tem cérebro.

Os Editores

REVISTA Criacionista

Publicação periódica da Sociedade Criacionista Brasileira (SCB)

Telefone: (61)3468-3892

Sites: www.scb.org.br e www.revistacriacionista.org.br

E-mail: scb@scb.org.br

Edição Eletrônica da SCB

Editores:
Hipólito Gadelha Remígio
Rosângela da S. Remígio

Projeto gráfico:
Eduardo Olszewski
Michelson Borges

Adaptação e atualização do projeto gráfico:
Renovacio Criação

Diagramação e tratamento de imagens:
Roosevelt S. de Castro

Ilustrações:
Victor Hugo Araujo de Castro

Os artigos publicados nesta revista não refletem necessariamente o pensamento oficial da Sociedade Criacionista Brasileira. A reprodução total ou parcial dos textos publicados na Folha Criacionista poderá ser feita apenas com a autorização expressa da Sociedade Criacionista Brasileira, que detém permissão de tradução das sociedades congêneres, e direitos autorais das matérias de autoria de seus editores.

Sociedade Criacionista Brasileira

Revista Criacionista / Sociedade Criacionista Brasileira
v. 48, n. 100 (Março, 2019) – Brasília: A Sociedade, 1972-.
Anual
ISSN impresso 2526-3948
ISSN online 2525-3956
1. Gênese. 2. Origem. 3. Criação
EAN Nº 977-2526-39400-0

Sumário

06 - "ADORAI AQUELE QUE FEZ" A NARRATIVA DA CRIAÇÃO E O CLÍMAX DO GRANDE CONFLITO EM APOCALIPSE - CAPÍTULOS 12 A 14

22 - BREVE CONTRIBUIÇÃO PARA A INTERPRETAÇÃO HIDRODINÂMICA DA FORMAÇÃO DE PEGADAS NA BACIA DO RIO DO PEIXE EM SOUSA - PB

59 - EVOLUÇÃO DO MOTOR FLAGELAR BACTERIANO

76 - A CONSCIÊNCIA E SEU LUGAR NA NATUREZA: UM DEBATE FILOSÓFICO, CIENTÍFICO E TEOLÓGICO SOBRE O CLÁSSICO PROBLEMA MENTE-CORPO

Notícias

89 - SERES VIVOS GANHAM NOVA CLASSIFICAÇÃO APÓS 285 ANOS

91 - PESQUISA REVELA EM IMAGENS A BELEZA DA ESTRUTURA INTERNA DE PLANTAS CIPÓS

93 - RÉPTIL BEM PRESERVADO É ENCONTRADO NA BARRIGA DE ICTIOSSAURO

95 - ARTISTA DESENHA ANIMAIS COM BASE APENAS EM SUA ESTRUTURA ÓSSEA

97 - CAMPORI EM BARRETOS

98 - TOGETHER - EVENTO DE MISSÕES EM BRASÍLIA

99 - LANÇAMENTO DE NOVOS LIVROS

101 - 1º ENCONTRO DOS NÚCLEOS E GRUPOS DA SCB EM BRASÍLIA - 2018

104 - I ENCONTRO SUL - BRASILEIRO DE NÚCLEOS DA SCB EM SANTA CATARINA - 2019

105 - XXV SEMINÁRIO - "A FILOSOFIA DAS ORIGENS"

107 - XXVI SEMINÁRIO - "A FILOSOFIA DAS ORIGENS"

ESTRUTURAS CONCEITUAIS E IDEOLOGIAS

"ADORAI AQUELE QUE FEZ"

A NARRATIVA DA CRIAÇÃO E O CLÍMAX DO GRANDE CONFLITO EM APOCALIPSE CAPÍTULOS 12 A 14

O objetivo deste artigo é explorar a linguagem da criação no livro do Apocalipse como o pano de fundo das visões proféticas e analisar as implicações de tal construção literária para o entendimento do contexto histórico e religioso assim revelado. Para tanto empregamos uma metodologia de exegese intertextual, em que as conexões literárias e linguísticas com o Antigo Testamento são destacadas como pistas hermenêuticas para a interpretação das visões apocalípticas.

Vanderlei Dorneles

Vanderlei Dorneles é doutor em Ciências da Religião (Universidade Metodista de São Paulo, 2020) e Doutor em Ciências (Escola de Comunicação e Artes, USP, 2009). Atua como professor e coordenador na Faculdade de Teologia, no UNASP, Campus Engenheiro Coelho, SP.

vanderlei.dorneles@unasp.edu.br.

Introdução

As visões proféticas relatadas em Apocalipse 12–14 são o centro do livro de João e figuram entre os textos mais discutidos e analisados de toda a Bíblia. Diversos autores os têm debatido, seja por sua linguagem metafórica, pelos elementos entrecruzados com as narrativas míticas antigas ou por sua descrição do paradigmático conflito entre Miguel e o dragão.

Quando se tomam em consideração as grandezas (céu, terra e mar) e as entidades envolvidas nas visões (dragão expulso do céu, besta do mar e besta da terra) fica evidente que João registra essas visões tendo em mente o relato da criação em Gênesis. Por outro lado, o apelo do primeiro anjo, em Apocalipse 14:6-7, para que os povos da "terra" adorem "Aquele que fez o céu, e a terra, e o mar", mostra que a temática da criação está no centro do conflito final descrito nessas visões.

O emprego da linguagem da criação nessa seção do Apocalipse, assim como a descrição das bestas híbridas como evidência de que a criação original foi invadida por elementos caóticos, parece apontar para um tempo em que o tema da criação e sua contrapartida evolucionista estariam no centro da atenção dos povos da terra. O entendimento dessas visões pode clarificar muitas questões objeto de grande debate em nosso tempo.

Intertextualidade e Apocalipse

Na teoria literária, texto é um conceito amplo e complexo. Nas últimas décadas tem ganhado notoriedade a ideia de que entre os textos da cultura (sejam verbais, visuais, sonoros, etc.) há sempre uma intersecção de outros textos. Esse fenômeno descreve o texto como um mecanismo de modelagem cultural interligado a uma rede de textos no espaço de formação cultural e linguística do autor em questão. Nessa linha de pensamento, todo texto é capaz de evidenciar uma relação dialógica com a cultura que o circunda. Nesse diálogo os textos compartilham uma dada "infraestrutura",[1] que só pode ser percebida quando a leitura do texto é combinada com os seus intertextos, ou seja, a desco-

berta e análise do pano de fundo linguístico da memória do autor.

Nesse sentido, o texto deve ser lido como parte de uma rede de textos ou como parte da memória cultural que o engendra. Por isso, admite-se que "todo texto é construído como um mosaico de citações; todo texto é a absorção e transformação de outro texto."[2] Assim, a relação dialógica entre os textos não é algo particular da leitura e da interpretação. O que a teoria literária propõe é que os textos são "construídos" ou "nascem" a partir de diálogos intertextuais da memória.

No campo da teologia, o conceito de intertextualidade foi introduzido no estudo de textos bíblicos a partir de 1989, e se refere às "relações complexas existentes entre os textos", incluindo aqueles inspirados por Deus.[3] A tarefa de uma exegese intertextual consiste em "explorar como o texto-fonte continua a falar através da nova obra".[4] No caso do Apocalipse, o propósito de uma alusão intertextual é levar o leitor a "considerar a passagem em questão do Antigo Testamento e aplicar seu significado" ao texto de João.[5] Ao fazer isso, o leitor interpreta o texto apocalíptico a partir da formação cultural e linguística do profeta.

Tendo em mente o conceito de intertextualidade, o Apocalipse chega a ser visto como um verdadeiro mosaico de frases, expressões e imagens da Bíblia Hebraica. Ao escrever suas visões, João estava em Patmos, isolado do mundo. Porém, sua memória estava conectada a esse mesmo mundo por meio de um conjunto incontável de palavras, conceitos, ditos, frases e imagens que ele entrelaçou ao escrever seu texto profético. Desta forma, a interpretação deste texto apocalíptico requer identificar e explorar a ampla rede de textos entrecruzados no mesmo. Ao descobrir essa rede textual, o leitor virtualmente entra no pensamento e na memória do próprio autor.

Nesse contexto, entende-se que Deus comunica sua mensagem ao profeta com o emprego de "linguagem familiar", incluindo sua forma de pensar.[6] Por isso, as visões de João não simplesmente reproduzem tradições e textos antigos. De fato, ele é um vidente e um pensador capaz de narrar suas profecias a partir da memória literária hebraica e, desta forma, interpretar e atualizar a visão profética cristã, no contexto da morte, ressurreição e ascensão do Messias. Assim, no Apocalipse, a enfatizada vitória do exaltado Jesus "é o novo princípio organizador da história", expresso em linguagem tradicional e familiar aos leitores.[7] O presente artigo se refere a diversos intertextos da narrativa da criação na Bíblia Hebraica e explora suas implicações interpretativas na compreensão do Apocalipse.

A narrativa da criação no Apocalipse

Dentre as centenas de alusões textuais e imagéticas à Bíblia Hebraica, o Apocalipse faz alusões recorrentes à narrativa da criação. De fato, é possível afirmar que todo o livro de João está repleto de alusões às entidades criadas e ao relato da criação em si. Com essas alusões ele nos convida a ler o livro tendo em mente a criação divina original como o fator que atribui a Deus soberania e dignidade de culto, diferentemente da indignidade e espírito usurpador das entidades caóticas representadas nas bestas e no dragão.

Na visão do trono, descrita em Apocalipse 4–5, Deus é louvado pelo motivo de que *criou* "todas as coisas" (4:11). Em Apocalipse 5:13, João menciona uma frase hebraica extraída do segundo mandamento, e que engloba toda a criação igualmente: "nem no céu, nem sobre a terra, nem debaixo da terra". Na visão sobre o término do tempo profético, o anjo jura por Aquele que "criou o céu, a terra, o mar e tudo que neles existe" (Ap 10:5-6). O título divino "aquele que criou o céu e a terra" é empregado somente nesta visão. Porém, é uma "designação frequente para Deus no Antigo Testamento" (cf. Gn 1:1; 14:18, 22; 2Rs 19:15; 2Cr 2:12; Is 37:16; Sl 115:15; 121:2; 124:8; 143:3; 146:6).[8] Além disso, o título ecoa nos escritos do Novo Testamento, igualmente em reconhecimento da soberania de Deus e sua dignidade de culto (cf. At 4:24; 14:15; cf. 17:24). Semelhantemente, a soberania de Deus sobre o universo é enfatizada quando Ele é chamado de o "Deus do céu e da terra" (cf. Gn 24:3; Ed 5:11) ou "Senhor do céu e da terra" (cf. Mt 11:25; At 17:24).[9] De fato, no Apocalipse, "o poder de Deus é celebrado pela criação" de todas as coisas.[10]

No final do livro, em Apocalipse 21–22, João relata sua visão do "novo céu e da nova terra".

As últimas visões retomam outra vez a narrativa da criação do "céu" e da "terra" numa espécie de reconstrução de Gênesis 1–2, para dizer que Deus, por fim, restaura toda a criação à sua perfeição original.

Essas alusões intertextuais indicam que somos convidados a ler o Apocalipse à luz da narrativa e da realidade da criação. No Apocalipse, a criação é o motivo do culto a Deus, mas é também o motivo da rebelião do dragão e das bestas, os quais requerem culto e servidão por parte da criação usurpada.

A criação na estrutura do Apocalipse

Curiosamente, João não somente apresenta intertextos da narrativa da criação dispersos ao longo do Apocalipse. Na verdade, a criação exerce uma função evidente também na composição da estrutura desse livro. Há um desenho literário cuidadosamente planejado pelo autor, o qual evidencia uma relação direta com a narrativa da criação em Gênesis 1–2.

Os intérpretes do Apocalipse, em geral, concordam que João relata sete conjuntos de visões de sete elementos: sete igrejas, sete selos, sete trombetas, sete sinais, sete taças, sete juízos e sete maravilhas. Cada um desses conjuntos é precedido por uma cena no santuário celestial. Essas cenas destacam a progressão do ministério de Cristo em favor da raça humana, desde sua exaltação, inauguração do ministério, intercessão e, por fim, expiação (ver Quadro 1).[11] Essas cenas funcionam como apêndices conclusivos do ciclo anterior de visões e também como introdução ao ciclo seguinte.[12]

Em seu estudo sobre a estrutura do Apocalipse, Austin Farrer percebeu, talvez como pioneiro, as chamadas "visões do santuário". Ele as chama de "cenas do templo" e "visões sabáticas", caracterizando-as como "litúrgicas e rituais".[13] Segundo ele, "as seis primeiras visões [igrejas, selos, trombetas, sinais em Ap 12–14, taças e sinais em Ap 19–21] são análogas aos seis dias da criação em Gênesis 1, e a sétima é análoga ao sábado de Deus."[14] Brown também discerne "sete visões paralelas, mas cumulativas ao longo da história [retratada], culminando na visão da Nova Jerusalém, correspondendo aos sete dias da criação de Gênesis 1."[15]

Na primeira cena, João descreve um ambiente com os "sete candeeiros de ouro" (Ap 1:12) onde Jesus está "vestido com uma roupa até os pés" (1:13), a "veste do sumo sacerdote" na Bíblia Hebraica (cf. Êx 28:4-5; 29:5).[16] Na segunda cena, ele reporta a visão da sala do trono (Ap 4:2), que está correlacionada ao templo celestial; e também descreve "sete lâmpadas de fogo acesas diante do trono" (Ap 4:5). Aune analisa que ambas as visões ocorrem no mesmo ambiente do santuário, uma vez que as "sete lâmpadas" (Ap 4:5) "diante do trono" podem ser os mesmos "sete candeeiros" (Ap 1:10). As "sete tochas" de fogo queimando diante do trono são as "sete *menorahs* celestiais", que foram posicionadas para queimar "diante do Senhor" (cf. Êx 27:21; Lv 24:2-4; cf. 1Rs 11:36).[17] Na terceira cena, "outro anjo" aparece e fica em pé junto ao "altar de ouro" e recebe incenso para oferecer "diante do trono" (8:3). Beale acredita que este anjo possa ser "o anjo da presença" (como em Is 63:9) ou "o próprio Cristo" (como em Ap 10:1; 14:14).[18]

Na sequência, a quarta cena do santuário, com uma clara linguagem de julgamento (Ap 11:18, 19) enfoca o "espaço interno do santuário hebraico com a arca da aliança", onde apenas o sumo sacerdote entrava para fazer expiação.[19] A cena seguinte (Ap 15:5-8) alude ao fim do ministério celestial, com a "cessação ou abandono da atividade intercessora", e já "ninguém podia penetrar no santuário" (Ap 15:8; cf. Hb 4:11; 6:20).[20] A sexta cena (Ap 19:1-10, para Paulien) retrata o trono de Deus cercado por proclamações de sua justiça nos atos de julgamento.[21] A sétima cena do santuário (Ap 21:1-8) enfoca a nova criação, quando todos os rituais de intercessão e expiação já terminaram. Deus está novamente com seu povo e as condições e belezas do Éden então se acham completamente restauradas (Ap 21–22; cf. Gn 1–2).

Ao se observar a estrutura do livro, assim literariamente organizado, percebe-se uma clara reconstrução da narrativa da criação. Da mesma forma que na criação original, no Apocalipse Deus trabalha em cada um dos seis conjuntos de visões pela obra da salvação. Ele trabalha com as igrejas, nos selos, trombetas e assim por diante. Porém, ao adentrar o sétimo conjunto, com a visão do "novo céu" e da "nova terra", não há mais traba-

Quadro 1: A estrutura literária do Apocalipse[22]

SEÇÃO HISTÓRICA			HIST./ESC.	SEÇÃO ESCATOLÓGICA		
I	II	III	IV	V	VI	VII
Cena Introdutória Santuário 1:10-20	**Cena Introdutória Santuário 4–5**	**Cena Introdutória Santuário 8:2-6**	**Cena Introdutória Santuário 11:19**	**Cena Introdutória Santuário 15:1–16:1**	**Cena Introdutória Santuário 16:17b-21**	**Cena Introdutória Santuário 21:1-8**
Descrição Histórica **Sete Igrejas** 2–3	Descrição Histórica **Sete Selos** 6	Descrição Histórica **Sete Trombetas** 8:7–9:21	Descrição Hist./Esc. **Sete Sinais** 12–13	Descrição Escatológica **Sete Pragas** 16:2-21	Descrição Escatológica **Sete Juízos** 17:1–20:5	Descrição Edênica **Sete Maravilhas Cidade Santa** 21:9–22:5
	Interlúdio Vislumbre Eventos Finais **Selamento 144 mil** 7:1-17	Interlúdio Vislumbre Eventos Finais **Livrinho e Oliveiras** 10:1–11:13	Interlúdio Vislumbre Eventos Finais **Mensagens Angélicas** 14:6-13	Interlúdio Vislumbre Eventos Finais **Obra dos Espíritos** 16:13-16	Interlúdio Vislumbre Exortação **Bem-aventurado** 20:6	
	Clímax Escatológico **Sétimo Selo** 8:1	Clímax Escatológico **Sétima Trombeta** 11:14-18	Clímax Escatológico **A Ceifa** 14:14-20	Clímax Escatológico **Sétima Praga** 16:17a	Clímax Escatológico **Lago de Fogo** 20:7–15	

lho a ser feito, apenas a oportunidade de celebrar a obra da salvação. Desta forma, a estrutura do Apocalipse espelha a narrativa da criação em seis dias de trabalho seguidos de um sétimo dia de descanso e celebração.

Novamente, a narrativa da criação parece estar na mente do autor do Apocalipse, o qual a projeta como uma estrutura narrativa e um modelo hermenêutico para a interpretação de suas visões proféticas.

A CRIAÇÃO NAS VISÕES NUMERADAS

Como parte da estrutura do Apocalipse, também se observa uma intertextualidade entre os três conjuntos de visões *numeradas* (selos, trombetas e taças) e a criação em Gênesis 1–2. A presença da linguagem da criação nesses relatos oferece importantes chaves hermenêuticas para a interpretação daqueles textos, além de destacar a criação como pano de fundo das revelações em questão.

Inicialmente, observa-se que as entidades criadas são referidas nos três relatos. Nos selos, há animais, seres humanos, sol, lua e estrelas. Nas trombetas, se mencionam terra, mar, fontes das águas, sol, lua, estrelas e animais. Nas taças da ira, por sua vez, há referência a terra, mar, fontes das águas, sol e animais. Desta forma, esses conjuntos evidenciam um claro paralelo de linguagem entre si mesmos e com a criação original em que esses elementos são igualmente destacados. Observa-se que estes são os três conjuntos numerados nas visões no livro do Apocalipse. Não há, textualmente, a primeira, segunda e terceira igrejas, como se vê aqui o primeiro selo, segundo selo, etc., assim como primeira trombeta, segunda trombeta, e assim por diante.

Além disso, percebe-se um desenho literário inteligente e padronizado nos selos e nas trombetas, com um interlúdio tipo *flashback* entre o sexto e o sétimo elementos. A observação atenta tem levado alguns intérpretes a perceber um interlúdio tipo *flashback* também entre a sexta e sétima taças, com a visão dos três demônios que são a contrafação dos três anjos de Apocalipse 14.[23]

Outro aspecto cuidadosamente organizado é percebido quando se observa a cena do santuário que vem antes e depois desses relatos. Cada uma dessas cenas apresenta uma *teofania*, com uma progressão nos fenômenos descritos. Em Apocalipse 4–5, João menciona apenas três elementos: vozes, trovões e relâmpagos. Em 8:5, ele menciona vozes, trovões, relâmpagos e terremoto. Em 11:19, ele acrescenta a grande saraiva. Por fim,

em 16:18, 21, ele afirma que o terremoto se torna igualmente "grande". Essa progressão parece anunciar que, à medida que se avança no livro, a presença de Deus se aproxima mais e mais da terra, com seus evidentes efeitos teofânicos.[24]

Diante dessa estrutura literária compartilhada entre as visões dos selos, trombetas e taças da ira, fica a indagação: em que parte das Escrituras temos um relato de sete elementos assim numerados? A resposta é: somente na criação em Gênesis 1 (ver Quadro 2). Quando se lê o relato da criação com essa percepção, observa-se que há um evidente padrão literário entre a narrativa da criação e esses três conjuntos de visões apocalípticas. Os elementos de linguagem "terra, mar, fontes das águas, sol, lua e estrelas e animais" estabelecem uma clara relação com o relato de Gênesis.

Além disso, a exemplo dos interlúdios entre o sexto e o sétimo elementos nas visões numeradas, percebe-se também um tipo de interlúdio em Gênesis 2:1, entre o sexto e o sétimo dia: "Assim, pois, foram acabados os céus e a terra e todo o seu exército." Esse interlúdio também funciona como um *flashback*, em que se menciona o que foi feito até então: "céus e terra e seu exército". O interlúdio revisa a criação anterior para deixar claro que tudo que se devia fazer já foi feito até o sexto dia. O sábado, portanto, no Éden, é um dia de silêncio e contemplação.

Outro ponto de semelhança literária entre a criação em Gênesis e as visões numeradas é que há um agrupamento natural de quatro elementos, seguidos de outros dois, e um sétimo isolado, após o interlúdio, o qual se relaciona com finalização e plenitude. Em Gênesis 1, Deus forma o ambiente da criação em quatro dias. Então, ele cria os seres vivos nos dois dias seguintes. Finalmente, o sétimo dia é destacado como dia de descanso e contemplação. Da mesma forma, os primeiros quatro selos são agrupados pela referência a cavalos, seguindo-se dois selos sem menção a cavalos, deixando o sétimo selo também isolado dos seis anteriores. O mesmo acontece com as trombetas e as taças, que espelham o relato da criação ainda mais diretamente: há quatro elementos relacionados com o ambiente criado, então outros dois com menção a seres vivos, e o sétimo está igualmente isolado dos anteriores.

Observa-se que, na criação, Deus trabalha todos os dias, do primeiro ao sexto dia. Mas, no sétimo dia, não há mais trabalho. Deus nada fala neste dia, porque sua palavra é seu instrumento criador. Curiosamente, há vozes nos seis primeiros selos (as vozes dos seres viventes, dos mártires e dos ímpios). Mas, no sétimo selo, há apenas "silêncio" (Ap 8:1). Além disso, observa-se que, ao toque da sétima trombeta, há apenas celebração no céu: "O reino do mundo se tornou de nosso Senhor e do seu Cristo" (11:16-17). Não há mais juízos para os ímpios na sétima trombeta. Igualmente, João relata:

Quadro 2: Paralelos literários entre a criação e as visões numeradas

Criação Gn 1	Selos Ap 6:1-17; 8:1-6	Trombetas Ap 8:7-9:21; 11:15-18	Pragas Ap 16:1-21
1. Luz	1. Cavalo	1. Terra	1. Terra
2. Céu	2. Cavalo	2. Mar	2. Mar
3. Mar, terra, relva	3. Cavalo	3. Fontes das águas	3. Fontes das águas
4. Sol, lua, estrelas	4. Cavalo	4. Sol, lua e estrelas	4. Sol
5. Aves, peixes	5. Altar, Mártires	5. Abismo, gafanhotos	5. Besta
6. Animais, homem	6. Sol, lua e estrelas	6. Cavalos	6. Rio, rãs
Interlúdio: 2:1	**Interlúdio: Ap 7**	**Interlúdio: 10-11**	**Interlúdio: 16:13-16**
7. Sábado	**7. Silêncio no céu**	**7. Vozes no céu**	**7. Voz no céu**
	Visão do santuário: 8:2-6	**Visão do santuário: 11:19**	**Visão do santuário: 16:19**
	Teofanias: vozes, trovões, relâmpagos, terremoto (8:5)	**Teofanias**: vozes, trovões, relâmpagos, terremoto, grande saraiva (11:19)	**Teofanias**: vozes, trovões, relâmpagos, terremoto, grande saraiva (16:18, 21)

"Derramou o sétimo anjo a sua taça pelo ar, e saiu grande voz do santuário, do lado do trono, dizendo: Feito está!" (Ap 16:17), ou seja, tudo já está consumado, por ocasião da sétima taça.

Desta forma, a estrutura literária compartilhada entre os três conjuntos de visões numeradas e a criação indica que o sétimo elemento deve ser entendido à luz do sábado. Este é o momento de celebrar a obra de Deus em criar e redimir sua criação. Essa obra atinge sua finalização no sexto elemento, sendo então celebrada no sétimo.

A criação nas visões do grande conflito

Uma vez considerada a presença evidente da narrativa da criação no Apocalipse, a atenção se volta para Apocalipse 12–14, considerado por muitos intérpretes como o centro do livro. Nesse relato da inimizade entre o dragão e a mulher, e a consequente batalha entre o filho Miguel e o dragão, verifica-se uma ampla relação literária com a narrativa da criação original. No entanto, a criação é retratada em um estado de caos, devido à emergência de forças usurpadoras e opositoras.

A ordem da criação subvertida

Conforme João percebeu em suas visões, a mulher representativa da comunidade messiânica é descrita como estando no "céu", "vestida do sol com a lua embaixo dos pés e uma coroa de doze estrelas na cabeça" (Ap 12:1). Trata-se de "uma referência ao 'princípio', pois a imagem traz a criação à vista, mas é também uma referência a Israel".[25] Desta forma, João retrata a imagem da mulher como uma composição a partir das entidades celestiais criadas. Igualmente, o dragão é descrito no "céu", mas arrasta a "terça parte das estrelas" consigo, sugerindo sua rebelião contra Deus em desorganizar a ordem criada (Ap 12:3-4).

Enquanto a visão da mulher sugere a estabilidade e a ordem das entidades criadas no "céu", o dragão introduz a instabilidade ao "arrastar" parte das estrelas do "céu". De fato, antes que o monstro seja referido, toda a criação mantém sua ordem, como indicam os elementos cósmicos descritos em torno da mulher. A informação de que o "dragão" é a "antiga serpente" amplia a alusão à criação em Gênesis (cf. Gn 3:1).

Após essa descrição inicial, há uma contracena posterior, então na "terra", em que a mulher recebe "asas da grande águia", e o dragão lança um "rio" atrás da mulher, que por sua vez é socorrida pela "terra" (12:14-16). Novamente, as entidades criadas organizam a narrativa.

Na sequência do conjunto de visões, João descreve duas bestas, as quais sobem, respectivamente, do "mar" e da "terra" (Ap 13:1, 11). Há também menção a "fôlego" (*pneuma*) e "imagem" (*eikon*), entre os diversos elementos de linguagem que retomam a narrativa da criação. Por sua vez, o primeiro anjo prega o evangelho eterno desde o "céu" aos habitantes da "terra" (Ap 14:6). Em sua mensagem, ele retoma outra vez a lista das entidades criadas, ao exortar os povos e nações a adorar "aquele que fez o céu, e a terra, e o mar, e as fontes das águas" (Ap 14:7).

Os monstros caóticos

Além da referência aos seres vivos criados, essas visões evocam uma criação subjugada ante a presença do dragão e das bestas. A ordem criada foi invadida por elementos híbridos desordenados e caóticos.

Curiosamente, na Bíblia Hebraica, as metáforas de dragão, serpente, besta, leviatã e behemote se apresentam como manifestação de alterações de elementos da ordem criada. Esses animais são parte da ordem original criada, segundo o relato de Gênesis. Mas, ao serem tomados como símbolos ou metáforas, são hibridizados ou metamorfoseados em bestas com múltiplas cabeças e membros alheios, como asas nas costas de mamíferos, e boca falante em cabeças de animais.

Ao analisar essas metáforas, Chilton propõe que não há nada essencialmente mau em relação a behemote (cf. Jó 40:15-24) nem a animais marinhos (cf. Jó 7:12; 41:1-34), pois são parte da criação (cf. Gn 1:21, 31; Sl 148:7, monstros marinhos). No entanto, segundo ele, por causa da queda em rebelião (cf. Gn 3), essas criaturas abjetas passam a ser empregadas nas Escrituras como metáforas da condição humana de rebeldia e arrogância, o que projeta a humanidade ou uma parcela dela como abjeta por estar em desajuste com a ordem da criação.[26] A tradição judaica mantém que no "quinto dia da criação" Deus teria criado "o

Leviatã para o mar e Behemote para viver na terra" (cf. 1 Enoque 60:7-10): "E tu deste a Behemote uma das partes que foram secas no terceiro dia, para morar nela, onde há mil montanhas; mas a Leviatã deste a sétima parte, a parte aquosa" (4 Esdras 6:49-52). Estas duas bestas do "mar" e da "terra" se tornam "símbolos do poder do mal" e serão destruídas no juízo escatológico.[27]

Chilton argumenta que a criação da humanidade à imagem e semelhança de Deus coloca o homem como senhor da criação, acima dos animais e feras, incluindo o leviatã e behemote (Gn 1:20-25), igualmente criados. No relato da criação, o homem é criado à imagem e semelhança de Deus para ter o governo sobre a criação (Gn 1:26, "e tenha ele domínio").[28] De fato, o homem recebe domínio sobre a criação divina, e "Deus exerce seu governo através de sua *imagem*, o homem" (cf. Gn 1:26-30).[29] No entanto, o homem perde essa posição ao cair em desobediência, por atender ao apelo da *serpente*, que, no relato, *fala*, sugerindo que ela já está em desajuste com a ordem criada. Então, o mal passa a reinar sobre a terra e toma expressão em poderes humanos constituídos que se levantam contra o Criador, os quais são representados nas figuras monstruosas híbridas e caóticas, de forma ainda mais clara em Apocalipse 12–14.

No relato profético de João, as bestas híbridas dominam sobre os homens, e dão "nome" ou "marca" a eles (Ap 13:16), indicando seu pretendido senhorio e propriedade sobre a criação, em lugar de Adão. A besta marca as pessoas na testa ou na mão direita, no mesmo lugar onde os 144 mil têm o "nome" de Deus (Ap 14:2), o que sugere que a besta "marca" as pessoas com seu próprio nome, assumindo domínio e posse sobre elas. A descrição das duas bestas em Apocalipse 13 parece basear-se parcialmente em Jó 40–41, que trata de "duas bestas satânicas em oposição a Deus".[30] Jó se refere a uma besta da "'terra" (*theríon*, Jó 40:15-24, LXX), a qual é morta por Deus pela "espada" (40:19; cf. Ap 13:10, 14). A segunda é o "dragão" do "mar" (Jó 40:25, LXX) que conduz uma "guerra por meio de sua boca" (40:32).

Considerando as análogas bestas híbridas de Daniel 7, Angel propõe que, em Gênesis, Deus cria ao "dividir e ordenar". Por isso, "criação é fundamentalmente ordenação".[31] Nesta perspectiva, "o fato de essas bestas serem construídas de partes do corpo de diferentes animais e aves sugere que aquilo que representam é fundamentalmente desordenado", ou seja, a criação original foi invadida por elementos caóticos. O hibridismo das bestas e serpentes evidencia que, na condição da queda, em vez do domínio ou governo do homem criado à imagem de Deus, "bestas alteradas governam, e a realidade se tornou distorcida".[32]

Nessa linha de pensamento, nas visões do grande conflito em Apocalipse 12–14, as figuras monstruosas corporificam ou representam a humanidade rebelde ou parte dela, organizada como uma instituição, em oposição a Deus, o que torna apropriado que sejam representadas como bestas disformes ou hibridizadas, indicando que a ordem da criação e sua estrutura de poder conforme definidas em Gênesis 1–2 foram subvertidas.

Assim, o relato de Gênesis 1–2 serve como um "pano de fundo arquitetônico para enfatizar a natureza da rebelião da besta contra o Deus criador".[33] Nesta linha, o dragão e as bestas híbridas, como representação de forças caóticas contrárias à ordem criada, indicam que a criação original divina foi invadida por elementos desagregadores, os quais pretendem usar as coisas criadas por Deus e sobre elas estabelecer seu domínio em substituição a Deus.

Desta forma, o desenrolar das visões de João indica que a criação original foi invadida por elementos caóticos, como dragões, serpentes e bestas, capazes de derrubar as estrelas em sua investida contra a ordem cósmica da criação, de perseguir e matar a criação divina levando-a a um estado de caos. No entanto, por meio da vitória de Miguel sobre esses elementos caóticos, Deus reconduz a criação à sua condição cósmica e edênica original, conforme descrito em Gênesis 1–2 e Apocalipse 21–22.

As bestas e o tema da propriedade e adoração

O tema do domínio e adoração reforça as referências das visões apocalípticas à criação original. Essa temática prepara o leitor para a compreensão das três mensagens angélicas, que ressaltam a adoração ao único Deus

criador como a atitude esperada da humanidade no tempo escatológico retratado nessas visões.

Em Apocalipse 13:4, ante a ascensão da besta do "mar", apoiada pelo dragão, "toda a terra" se admira e, por desdobramento, adora o dragão e adora também a besta. Esse culto é ampliado, na seção seguinte, com a adoração à "imagem da besta" (Ap 13:15). Desta forma se consolida a exaltação do triunvirato caótico que impõe sobre a criação divina um perverso sistema de culto e adoração. Esse desenrolar da visão sinaliza uma clara confrontação ao culto a Deus e a Cristo, conforme descrito anteriormente no livro (Ap 4–5). No céu, Deus é adorado como criador de "todas as coisas" (Ap 4:8, 11), e Cristo é exaltado e adorado porque foi "morto" e com seu sangue "resgatou" os pecadores para Deus (5:9, 12). Na terra, porém, o dragão e as bestas requerem para si mesmos essa adoração, ainda que por engano e imposição.

Nessa linha, a atitude da besta em matar aqueles que não "adoram a imagem" é inspirada na ordem de Nabucodonosor em Daniel 3 para que todos adorassem sua imagem, do contrário seriam igualmente mortos. De fato, os três amigos de Daniel recusaram adorar a imagem e seriam mortos pelo fogo, se Deus não os livrasse. A escolha desta alusão é uma "evidência de que o autor do Apocalipse está retratando um contexto de idolatria", em que adoração da criatura perversa se torna um tema dominante.[34] O tipo de pessoas ditas sob controle da besta (Ap 13:16) também ecoa os mesmos grupos requeridos a adorar a imagem de Nabucodonosor (cf. Dn 3:2-7). O tema da adoração, portanto, evidencia a rivalidade e rebelião dos elementos caóticos que pretendem assumir o lugar de Deus frente a criação, cujo domínio foi usurpado.

Além disso, observa-se também que a imagem da besta impõe a "marca da besta" sobre "todos, os pequenos e os grandes, os ricos e os pobres, os livres e os escravos" (Ap 13:16). Uma vez que a "marca" e o "nome da besta" são correspondentes,[35] fica indicado que as bestas pretendem assumir a antiga posição de Adão frente à criação, ao dar um "nome" às pessoas (cf. Gn 2:20). A "marca da besta" colocada "sobre a fronte", a qual corresponde ao "nome da besta" e "o número de seu nome" (Ap 13:17), constitui-se numa "paródia e contrafação" ao "selo do Deus vivo" (Ap 7:3-8), que é o "nome [divino] escrito na fronte" dos verdadeiros crentes (14:1)".[36]

Nessa perspectiva, com o tema do domínio, João indica que as bestas e o dragão representam um sistema de poder que, de fato, deseja não apenas se opor ao poder de Deus, mas substituir o domínio de Deus, outorgado a Adão, sobre a criação. Curiosamente, esse tema é recorrente no relato das bestas caóticas em Daniel (cf. Dn 7:6, 12, 26). Da mesma forma que as bestas descritas por João, as bestas de Daniel representam o mesmo poder usurpador do domínio sobre a criação divina.

Na descrição da marca da besta, "se o ato de marcar escravos está em foco, então os adoradores da besta são vistos como sua propriedade". Por outro lado, se "o ato de marcar soldados ou devotos religiosos é que está em foco, os adoradores são vistos como seus fiéis seguidores".[37] Em ambos os casos, com a marca, as bestas desejam erguer um sistema opositor e substitutivo ao domínio de Deus sobre sua criação. O domínio usurpador das bestas sobre a criação apresenta-se igualmente como negação da criação divina e uma tentativa de se assumir o controle dela em lugar de Deus.

Desta forma, as bestas e o dragão se apresentam como um sistema de poder e de culto imposto sobre a criação alienada do domínio de Deus por causa da rebelião e queda em pecado. O aspecto disforme e híbrido das bestas indica que a criação original sofreu um ataque de forças caóticas, as quais precisam ser destruídas para se restaurar a ordem original criada, conforme se descreve em Apocalipse 20–22.

A marca da besta e o selo de Deus à luz da criação

João afirma que a "marca" da besta é colocada sobre a "mão" e a "fronte" das pessoas (Ap 13:16). Em seguida, ele descreve os 144 mil, que têm o "nome" de Cristo e "seu Pai" sobre sua "fronte" (14:1). Como visto, marca e selo são meios de se estabelecer domínio e propriedade. As alusões à criação, nesse relato, ajudam a entender e interpretar o sentido de ambos.

Selo e marca

No Apocalipse, o termo grego *sphragis* ("selo") indica um meio

ou instrumento de "autenticação, certificação, confirmação e reconhecimento".[38] Por outro lado, *cháragma é* uma "marca ou carimbo feito por gravura, impressão, marcação", em geral para marcar animais e escravos.[39] Enquanto o selo é uma autenticação de algo voluntariamente aceito, a marca é algo imposto como resultado de conformidade ou submissão. No Apocalipse, os "selados" são aqueles que assumem sua origem como "imagem" de Deus por entrar no descanso de Deus e, assim fazendo, o adoram como "criador" (Ap 14:7). Os "marcados" são aqueles que não assumem nem cultivam sua semelhança com Deus e, assim fazendo, não o reconhecem nem o adoram como Criador. A "marca", portanto, é uma forma de distinguir aqueles que têm desenvolvido em si mesmos o "nome" ou o "número" da besta, ou seja, seu caráter e atitude, por não aceitarem a origem dela como criação divina.

O *número da besta é dito ser* "número de homem" (Ap 13:18). O contraste entre o "número de homem" (Ap 13:18) e o "selo de Deus" (7:2; 14:1) também retoma a criação, quando o Deus criador e a criatura humana estão juntos no dia de sábado (Gn 2:1-3; Êx 20:8-11). A tradição bíblica associa o número seis ao homem desde sua criação, no sexto dia, e isso parece estar implicado na frase "número de homem" (Ap 13:18).[40]

O relato de que Deus descansa no ápice de sua criação (Gn 2) vem logo após a informação de que criou o homem "*à sua imagem*" (Gn 1:26). Isso indica que o autor de Gênesis considera o descanso de Deus no sétimo dia à luz do tema da criação do homem à "imagem de Deus" no sexto dia. Essa conexão entre "imagem" e "descanso" sugere que o homem cultiva sua semelhança com Deus ao entrar com o Criador no descanso do sétimo dia. Nessa perspectiva, "a humanidade foi criada no sexto dia, mas sem o sétimo dia de descanso Adão e Eva estariam incompletos e imperfeitos."[41] Para distanciar-se da natureza e entrar no círculo da divindade, embora fossem criados à imagem divina, eles precisavam avançar para além do sexto dia e entrar na presença de Deus no sábado do sétimo dia.

Pode-se imaginar que, naquela semana primordial, toda a natureza seguiu seu curso normal ao entrar no sétimo dia: o sol despontou para sua trajetória, os pássaros cantavam, os rios corriam, o vento soprava, a fotossíntese se processava nas folhas como em qualquer outro dia. Porém, Deus e o homem pararam a fim de descansar e contemplar, embora o cansaço seja nesse caso apenas uma forma de linguagem. De fato, o homem acabara de vir à vida, e Deus não se esgota. Assim, Deus e sua imagem "descansaram". No entanto, a natureza repleta de animais, peixes e aves *é incapaz de parar e descansar porque n*ada aí foi criado à imagem de Deus. Desta forma, para cultivar sua relação de "imagem" e "semelhança" com o Criador, o relato indica que o homem precisa cessar e interromper seu fluxo de trabalho e entrar no descanso com Deus.

Entretanto, os descendentes de Adão resistem a entrar no descanso de Deus, por causa da incredulidade e desobediência (Sl 95:10-11; Hb 3:11, 18, 19). Nesse caso, os que recusam a entrar no descanso do sétimo dia de Deus indicam, com isso, que não se consideram como parte do círculo da divindade nem são imagem e semelhança divina, mas parte da natureza, que não altera seu ritmo com a chegada do sábado.

O SENTIDO DO SELO

Seguindo esse raciocínio, pode-se afirmar que, *à luz d*a semana da criação, avançar do sexto dia (o dia do homem) para o descanso do sétimo dia (o dia de Deus) é assumir que fomos criados por Deus à sua imagem e que não viemos à existência por nós mesmos e, por isso, não somos parte da natureza, mas da divindade. A entrada no descanso é a maneira de cultivar e proclamar que somos criatura, e que Deus é o criador. Desta forma, quando entra no descanso de Deus, o homem se identifica com o Criador e deixa de ser parte da natureza para ser parte do círculo da divindade, como criatura que reflete a "imagem" e "semelhança" do Criador. Distanciando-se da natureza para entrar no círculo da divindade, o homem avança para a plenitude da existência.

Nessa linha de pensamento, João parece ter empregado o número "seis" no Apocalipse como uma referência ao dia da criação do homem, mas tendo em mente o homem que não entra no descanso de Deus, e desta forma permanece na condição de incompletude, desconectado de

Deus e, por isso, mesmo à mercê do domínio das bestas caóticas. O selo e o nome divino sobre os 144 mil apontam para a "propriedade e proteção espiritual de Deus sobre eles". A marca, porém, identifica aqueles que, por não assumirem a relação de pertencimento a Deus, jazem à mercê da besta e do dragão.[42]

A ideia de incompletude referida pelo número "seis" no Apocalipse é bem clara. No sexto selo, sexta trombeta e sexta praga, o plano da salvação não está completado, e só se consuma quando se avança para o sétimo elemento. O "silêncio" do sexto selo (Ap 8:1), as "grandes vozes" celestiais da sétima trombeta (11:15) e o "está feito" da sétima taça da ira (16:17) indicam o estado de plenitude a que chega a obra divina quando se avança do sexto para o sétimo elemento. "O sétimo em cada série no Apocalipse retrata a consumação do reino de Cristo. Cada série é incompleta sem o sétimo elemento."[43]

O "selo" de Deus, portanto, com sua correlação com o "nome" divino, indica a condição daqueles que entram na relação com o Criador ao participar do sábado, e desta forma, assumem sua filiação com Deus. A "marca" da besta, por outro lado, revela a condição de insubmissão e rebeldia, quando a criatura rejeita o Criador e passa a se considerar como parte da natureza.

Curiosamente, aqueles que adoram a besta e a sua imagem e recebem a marca não terão "descanso algum, nem de dia nem de noite" (Ap 14:9-11). Os que se recusam a entrar no descanso sabático, portanto, não encontrarão mais qualquer "descanso". Por outro lado, aqueles que entram no descanso sabático, participam do círculo da divindade e recebem o "selo de Deus", estes "descansam das suas fadigas" (14:13).

As mensagens angélicas e o culto ao Deus criador

As diversas alusões ao relato da criação indicam que as visões de Apocalipse 12–14 devem se aplicar a um contexto histórico de acentuado debate acerca do evento criador relatado em Gênesis 1–2. Por outro lado, como visto, o número 666 e as alusões ao mandamento do sábado indicam que a questão da adoração ao Deus criador é o fator decisivo do destino eterno dos seres humanos ante o impendente juízo de Deus.

Nesse contexto, as mensagens angélicas reportadas em Apocalipse 14 se destacam como a exortação divina aos seres humanos ante a chegada do juízo. O conteúdo dessas mensagens indica que as pessoas são julgadas segundo sua atitude em relação ao Deus criador do céu e da terra. A atitude de adoração e o viver para glorificar ao Criador são sugeridos como o caminho para a absolvição no juízo. Por outro lado, aqueles que adoram a "imagem da besta" em lugar do Deus criador enfrentam condenação e tormento.

Evangelho e juízo

A primeira mensagem angélica, dada por um anjo que voa pelo meio do "céu", constitui-se no "evangelho eterno" que deve ser pregado aos que "se assentam sobre a terra, a cada nação, e tribo, e língua, e povo" (Ap 14:6). Apesar do emprego da expressão grega *euangelion aonion* ("evangelho eterno"), o conteúdo da fala do anjo não expressa graça e misericórdia. A primeira exortação é para se "temer" a Deus em vista da chegada do "juízo".

A exortação para o temor indica que a humanidade está em negligência em relação ao Deus criador e seu evangelho. Assim, não se trata do "evangelho da mensagem redentora de Deus em Cristo Jesus", mas um "chamado para temer, honrar e adorar o Criador".[44] O primeiro anjo, portanto, prega para o "mundo incrédulo", e seu anúncio enfatiza o "aspecto judicial do evangelho mais do que a oferta de graça".[45] Desta forma, o Apocalipse indica que o juízo do fim do tempo é parte essencial da mensagem profética e do evangelho eterno a serem pregados aos habitantes da terra. No entanto, Stefanovic destaca que, "para o povo de Deus do fim do tempo, a palavra juízo é boas novas", pois a justiça divina vindica os santos.[46] Além disso, nota-se que "este evangelho eterno é universal em escopo, pois ele é proclamado a toda nação, e tribo, e língua e povo".[47] Isso significa que tal pregação ocorre em um contexto global em que os habitantes da terra estão interconectados em uma espécie de aldeia global. A "grande voz" do anjo alcança toda a "terra", numa "comunicação total" e global.[48]

A pregação do evangelho a toda a terra, em um contexto de juízo, tem seu paralelo no sermão profético de Cristo, em Mateus 24.

Cristo predisse que o evangelho seria pregado a "todo mundo, para testemunho de todas as nações", e "então virá o fim" (Mt 24:14). Desta forma, é possível que João faça em Apocalipse 14:6 uma alusão ao dito de Cristo. No contexto de Mateus 24, "a pregação não resulta na conversão das massas no mundo, pois a maioria do mundo permanece antagônica" (cf. Mt 24:9).[49] No contexto dessa pregação, surgem falsos profetas, e a apostasia e a falta de amor crescem inclusive dentro das comunidades de crentes (cf. Mt 24:10-12, 15, 23-26). O mesmo está previsto no contexto de Apocalipse 14:6-7 (cf. Ap 13:1-18; 14:9-13). Observa-se que "o propósito da pregação em Mateus 24 é 'testemunho', como uma base para a prestação de contas e juízo do mundo incrédulo".[50]

Assim, o conteúdo da pregação em termos de juízo e a correlação com Mateus 24 indicam que a primeira mensagem angélica aponta para um contexto de crise e tensão na terra. Nesse contexto, Deus envia a pregação escatológica do evangelho a fim de preparar o mundo para enfrentar o juízo.

Temor e obediência

A exortação para o temor ao Deus criador em vista da chegada do juízo, por sua vez, deve ser entendida à luz do contexto das Escrituras. A ideia de "temer a Deus" é melhor compreendida como "reverência por Deus" ou "respeito por Deus", uma "concepção encontrada frequentemente no Antigo Testamento e que se refere ao "temor e reverência que as pessoas devem ter em relação à autoridade de Deus e que as capacita a obedecer aos seus mandamentos".[51] No pensamento hebraico, as palavras expressam atitudes concretas e práticas. Assim, o temor a Deus não indica um sentimento subjetivo, mas se revela em uma atitude prática de obediência à sua lei (cf. Dt 5:29; 6:2; 8:6; 17:19; Sl 112:1; Jr 44:10). "Quando teme a Deus, a pessoa vive para glorificá-lo através da guarda de seus mandamentos."[52]

Além disso, nas Escrituras, o temor a Deus é claramente conectado a um contexto de juízo. Segundo o sábio Salomão, temer a Deus e guardar os seus mandamentos é o primeiro "dever" de todo ser humano, uma vez que "Deus há de trazer a juízo todas as obras" (Ec 12:13). A primeira mensagem, portanto, sinaliza que os "mandamentos" de Deus são a norma do juízo, e a quebra da obediência a eles pelos habitantes da terra é o motivo desse juízo.

Criação e adoração

A conexão entre temer a Deus, glorificá-lo e guardar seus mandamentos é ainda destacada na primeira mensagem angélica com uma clara alusão ao mandamento do sábado.[53] O anjo apela aos habitantes da terra para adorarem "aquele que fez o céu, e a terra, e o mar, e as fontes das águas" (Ap 14:7). Stefanovic argumenta que o texto de João apresenta um "convincente paralelo linguístico" com o texto da Septuaginta (versão grega do Antigo Testamento) em Êxodo 20:11. Por isso mesmo, "os editores da quarta edição do *USB Greek New Testament* indicam nas margens que Apocalipse 14:7b reflete Êxodo 20:11".[54] Observa-se que as quatro entidades criadas são citadas na mesma ordem dada em Êxodo. Em vista disso, "um intérprete poderia concluir que não há alusão direta ao Antigo Testamento no Apocalipse que seja mais certa do que a alusão ao quarto mandamento no Apocalipse 14:7".[55]

Alguns autores não comentam a alusão ao sábado em Apocalipse 14:7, mas defendem que a motivação para a adoração a Deus é a criação do céu, da terra e do mar. Aune não reconhece o sábado como um eco nesse texto, mas entende que "este [é um] convite para adorar o verdadeiro Deus porque ele criou os céus e a terra".[56] Além disso, ao comentar a "perseverança dos santos" que "guardam os mandamentos de Deus" (Ap 14:12), Aune afirma que esta frase, na mentalidade judaica, certamente se refere à "obediência à Torá (compreendida primariamente em seu aspecto ético)". Ele chega a incluir a "observância do sábado", entre alguns aspectos que considera erroneamente como cerimoniais da Torá, como parte da afirmação de que os santos "guardam os mandamentos de Deus".[57] Por sua vez, Mounce afirma que a proclamação do primeiro anjo é "revestida na linguagem da teologia natural", ou seja, "as pessoas são chamadas a adorar ao Deus que fez o céu, a terra, o mar e as fontes das águas, tanto salgadas quanto doces (cf. 10:6)".[58] De fato, a criação é expressamente a motivação para a guarda do sábado em Êxodo 20:8-11.

O contexto de descrença e ignorância em relação à dignidade

do Deus criador é bem claro em Apocalipse 14. Tal atitude de rejeição a glorificar o Criador dos céus e da terra resulta em condenação.[59] Paulo afirma que Deus tem se revelado aos seres humanos através das obras criadas. Por isso, ao falharem em glorificar ao Deus criador, as pessoas são indesculpáveis diante do juízo (Rm 1:19-20). O apóstolo aponta o paganismo e a degradação da natureza humana como decorrentes da falha em reconhecer e glorificar ao Deus criador (Rm 1:21).

Desta forma, a alusão à criação em um contexto de incredulidade e fracasso da humanidade em glorificar seu Criador indica que as mensagens apocalípticas se referem a um tempo de debate e amplo questionamento em relação ao relato da criação em Gênesis 1–2. Stefanovic argumenta que a exortação para adorar o "verdadeiro Deus criador é significativa para a geração do tempo do fim" em vista do "surgimento e popularidade da teoria evolucionista que nega a validade do relato bíblico da criação e minimiza o poder criador de Deus".[60]

Assim, a primeira mensagem, ao citar as quatro típicas entidades criadas, faz uma alusão ao quarto mandamento. Porém, curiosamente, a quarta entidade criada é deliberadamente modificada neste texto. João chega a empregar a frase típica da criação duas vezes em seu livro, com a quarta entidade descrita como "tudo que neles há" (Ap 5:13; 10:5-6; cf Êx 20:11; Sl 146:6; At 4:24; 14:15). No entanto, em Apocalipse 14:7, ele conclui com a frase "as fontes das águas". Essa modificação não deve ser vista como casual em face das duas outras ocorrências no livro de João. Por outro lado, ele emprega a mesma expressão grega da Septuaginta de Gênesis 7:11 para "fontes das águas" (gr. *pegas*), o que indica que ele parece pretender uma referência ao dilúvio de Gênesis. Essa referência ao dilúvio faz todo sentido uma vez que a primeira mensagem anuncia o juízo divino para um mundo incrédulo, como o que precedeu o dilúvio.

A pesquisadora Wai-Yee Ng defende que o uso que João faz, tanto no Apocalipse quanto no evangelho, do "simbolismo da água" constitui-se em uma "tipologia" que de maneira intencional evidencia uma "alusão implícita" à criação.[61] Segundo ela, o Apocalipse apresenta três grupos de passagens com emprego de águas: "um relacionado às calamidades, outro à promessa de salvação, e um terceiro referente à consumação." A referência às "fontes das águas" em Apocalipse 14:7 é "uma passagem do grupo de calamidades".[62] Uma vez que se considera o contexto imediato do juízo divino (Ap 14:7), a referência às fontes das águas retoma um evento anterior de juízo divino, ou seja, o dilúvio de Gênesis, quando as mesmas fontes do abismo foram rompidas. Assim, essa referência intencional fortalece o anúncio do juízo e se constitui em uma grave advertência acerca do perigo de se negar a criação divina e recusar glorificar o Criador.

Sobre essa frase de João, Aune argumenta que "o mar e as fontes" constituem uma "faceta do cosmos", uma vez que os antigos pensavam que o mar, rios e fontes eram todos alimentados por um "oceano subterrâneo" (cf. Jó 38:16). Assim, ele conclui que a frase "as fontes das águas" em Apocalipse 14:7 se refere "a fontes de água fluindo do nível abaixo do solo para o poço, e deve ser distinguida de fontes ou poços, que são construídos pelos seres humanos".[63] De fato, a expressão empregada em Gênesis 7:11 indica exatamente um fenômeno geológico em que as águas do subterrâneo fluíam na forma de jatos para a superfície.

A polarização do mundo no fim do tempo

A segunda mensagem angélica é uma breve predição da queda da Babilônia, descrita em detalhes nas visões de Apocalipse 17–18. A queda de Babilônia é decorrente da pregação do primeiro anjo, e é devida à sua atuação em perverter os povos da terra para uma falsa adoração.

Em Apocalipse 17, a Babilônia é retratada na figura de uma meretriz que corrompe a terra com o seu vinho, indicativo de suas heresias e ensinos religiosos errôneos. A meretriz monta a besta escarlate, sendo uma metáfora do poder religioso que domina sobre o poder civil no fim do tempo. Em Apocalipse 17, a meretriz é um símbolo paralelo aos três espíritos de demônios de Apocalipse 16:13-14, os quais operam sinais para seduzir os reis e os habitantes da terra (Ap 13:13). Assim como os três demônios, a meretriz tem uma "obra persuasiva de falsificação", a fim de levar as pessoas a aderir a uma "falsa religião", nos últimos dias.[64]

Na sequência, a terceira mensagem adverte os habitantes da terra acerca do destino trágico daqueles que adoram a besta e a sua imagem e recebem a sua marca (Ap 14:9-10). Esta terceira mensagem forma uma "contra proclamação" do que ocorre acerca da "imagem da besta". Em Apocalipse 13, decreta-se que aqueles que não adoram a imagem da besta serão "mortos" e que aqueles sem a "marca da besta" não podem "comprar nem vender" (Ap 13:15, 17). Entretanto, o terceiro anjo de Apocalipse 14 anuncia um "destino pior para aqueles que *adoram* a besta e portam sua marca".[65] De fato, eles vão beber do vinho da cólera de Deus nas sete últimas pragas (Ap 16).

Desta forma, uma situação de polarização rígida é prevista para o fim do tempo nas visões de Apocalipse 12–14. "A proclamação do evangelho eterno no fim do tempo e o juízo pré-advento ocorrerão ante uma grande separação entre aqueles que escolheram a Deus e os que estão perdidos".[66] Igualmente os destinos de ambos os grupos são claramente opostos.

Assim, a questão crucial na crise escatológica será *adoração*. No entanto, os seres humanos não serão condenados no juízo porque não adoraram ninguém, mas por causa de *quem* escolheram adorar. Em Apocalipse 13, os habitantes da terra são descritos em adoração ao dragão, à besta e sua imagem, a trindade satânica (13:4, 15; 14:9), as criaturas usurpadoras, hibridizadas e caóticas. No capítulo 14, no entanto, a terra é exortada a adorar o único Deus criador (Ap 14:6-7). Assim, o Apocalipse deixa claro que "o teste não será negar adoração, mas a quem se adora".[67] No tempo do fim, somente dois grupos de pessoas estarão no mundo: "aqueles que temem e adoram o Deus verdadeiro (Ap 11:1; 14:7) e aqueles que odeiam a verdade e são adoradores do dragão e da besta" (cf. 13:4-8; 14:9-11).[68]

Desta forma, no contexto da proclamação das três mensagens angélicas, o conflito final vai evidenciar uma crescente e definitiva polarização entre os habitantes da terra. As nações e os povos da terra serão envolvidos e seduzidos para a adoração à trindade satânica. No entanto, o remanescente fiel a Deus é descrito como mantendo firme lealdade a Deus e aos seus mandamentos, incluindo aquele que aponta para o verdadeiro dia de adoração ao Deus criador, o sábado (Ap 12:17; 13:10; 14:7, 12).

Conclusão

O Apocalipse está repleto de referências ao relato da criação em Gênesis 1–2, tanto na sua temática visionária quanto na sua estrutura literária. As referências à criação nos chamam a ler o livro profético tendo em mente que o mundo pertence a Deus como criador e mantenedor de sua criação. As alusões à criação indicam que o mundo criado perfeito e ordenado foi invadido por forças caóticas representadas na forma de serpentes e bestas híbridas as quais evidenciam que a criação original perdeu sua ordem primordial ao cair em pecado. A restauração, no entanto, segue-se ao juízo de Deus anunciado pelo profeta.

As referências à criação permitem uma nova perspectiva para o sinal da besta e o código 666, que devem ser entendidos em termos de uma negação da criação e uma recusa em entrar no descanso de Deus que caracteriza a criação da humanidade como imagem e semelhança divina. A recusa em entrar no descanso de Deus é tanto uma negação da criação quanto uma tentativa de substituir o Deus criador pela criatura. Pois, adorar o dragão, a besta e sua imagem é claramente uma inversão de papéis.

No entanto, se em Apocalipse 13 o mundo é descrito em adoração à trindade do mal, no capítulo 14 João descreve os 144 mil que têm o nome e o selo de Deus em sua fronte indicando que são caracterizados como aqueles que assumiram sua filiação a Deus como Criador, evidenciado isso mediante a guarda de seu santo sábado. Além disso, as mensagens angélicas, com diversas referências à criação e aos mandamentos de Deus no Antigo Testamento, deixam claro que o juízo de Deus toma lugar em um contexto de evidente polarização no mundo frente ao debate entre criação e teoria evolucionista. A atitude de aceitação ou rejeição ao relato da criação em Gênesis 1–2, assim como a de adoração ao Deus criador ou a sua negação, é determinante da condição dos habitantes da terra frente ao juízo bem como de seu destino eterno.

Referências

Angel, Andy. *Playing with Dragons Living with Suffering and God.* Cambridge, UK: The Lutterworth Press, 2014.

Aune, David E. *Word Biblical Commentary*. Revelation 1-5, 6-16, 17-22. 3 vols. Dallas, TX: Word Books, 1998.

Beale, G. K. *The Book of Revelation*. The New International Greek Testament Commentary. Grand Rapids, MI: Eerdmans, 2013.

Brown, Collin (ed.). The New International Dictionary of the New Testament Theology. 3 vols. Grand Rapids, MI: 1978.

Cavalcanti, Diogo. "O Apocalipse e o ciberespaço". In Vanderlei Dorneles (org.), *Mundo Virtual: riscos e oportunidades das novas tecnologias*. Tatuí, SP: Casa Publicadora Brasileira, 2016: 47-64.

Chilton, David. *The Days of Vengeance: An Exposition of the Book of Revelation*. Tyler, TX: Dominion Press, 1987.

Doukhan, Jacques. *Secrets of Revelation: The Apocalypse through Hebrew Eyes*. Hagerstown, MD: Review and Herald, 2002.

Farrer, Austin. *A Rebirth of Image: The Making of St. John Apocalypse*. New York: State University of New York Press, 1986.

Friberg, Timothy; Barbara Friberg; e Neva F. Miller. *Analytical lexicon of the Greek New Testament*. Grand Rapids, MI: Baker Books, 2000.

Kistemaker, Simon J. *New Testament Commentary: Exposition of the Book of Revelation*. Grand Rapids, MI: Baker Academic, 2001.

Koester, Craig R. *Revelation*. The Anchor Yale Bible. New Haven: Yale University Press, 2014.

Kristeva, Julia. *The Kristeva Reader*. Ed. Toril Moi. New York: Cambridge University Press, 1986.

LaRondelle, Hans K. *Chariots of Salvation: The Biblical Drama of Armageddon*. Hagerstown, MD: Review and Herald, 1987.

Macelaru, Marcel. "The woman, the Child and the Dragon: Old Testament Overtones in Revelation 12". *Pleroma*, Ano XII, n. 2 (2010): 107-116.

MacPherson, Anthony. "O sábado e a marca da besta". *Parousia*. Revista do Seminário Adventista Latino-americano de Teologia, sede Brasil-Sul. Engenheiro Coelho, SP: Unaspress, Vol. 2, (2012): 25-34.

Mounce, Robert. *The Book of Revelation*. The New International Commentary on the New Testament. Ed. rev. Grand Rapids, MI: Eerdmans, 1998.

Moyise, Steve. "Intertextuality and Biblical Studies: A Review." *Verbum et Ecclesia JRG* 23, N. 2 (2002): 418-431.

Moyise, Steve. *The Old Testament in the Book of Revelation*. Sheffield: Sheffield Academic Press, 1995.

Murphy, Frederick J. *Fallen is Babylon: The Revelation to John*. Harrisburg, PA: Trinity Press, 1998.

Ng, Wai-Yee. *Water Symbolism in John: An Eschatological Interpretation*. New York: Peter Lang, 2001.

Osborne, Grant R. *Revelation*. Baker Exegetical Commentary on the New Testament. Grand Rapids, MI: Baker Academic, 2002.

Paulien Jon. *Decoding Revelation's Trumpets: Literary Allusions and the Interpretation of Revelation 8:7-12*. Berrien Springs, MI: Andrews University Press, 1988.

Paulien, Jon. "Revisiting the Sabbath in the Book of Revelation." *Journal of the Adventist Theological Society 9* (Spring–Autumn 1998): 179-186.

Paulien, Jon. *The Deep Things of God*. Hagerstown, MD: Review and Herald, 2004.

Paulien, Jon. "The Role of the Hebrew Cultus, Sanctuary, and the Temple in the Plot and Structure of the Book of Revelation." *Andrews University Seminary Studies 33*, no. 2 (1995): 245-264.

Stefanovic, Ranko. *Revelation of Jesus Christ: Commentary on the Book of Revelation*. 2a ed. Berrien Springs, MI: Andrews University Press, 2009.

Strand, Kenneth. "The Eight Basic Visions." In *Symposium on Revelation: Introductory and Exegetical Studies*. Daniel and Revelation Committee Series. Ed. Frank B. Holbrook, 35-49. Book I. Silver Springs, MA: Biblical Research Institute, 1992.

(1) Julia Kristeva, The Kristeva Reader, ed. Toril Moi (New York: Cambridge University Press, 1986; 1969), 36.

(2) *Ibid.*, 37.

(3) Steve Moyise, "Intertextuality and Biblical Studies: A Review," *Verbum et Ecclesia JRG* 23, no. 2 (2002): 418.

(4) Steve Moyise, *The Old Testament in the Book of Revelation* (Sheffield: Sheffield Academic Press, 1995), 111.

(5) Jon Paulien, *The Deep Things of God* (Hagerstown, MD: Review and Herald, 2004), 138-139; ver também Jon Paulien, "Dreading the Whirlwind: Intertextuality and the Use of the Old Testament in Revelation," *Andrews University Seminary Studies 39*, n. 1 (2001).

(6) Jon Paulien, *Decoding Revelation's Trumpets: Literary Allusions and the Interpretation of Revelation 8:7-12* (Berrien Springs, MI: Andrews University Press, 1988), 31, 37.

(7) *Ibid.*, 31-32.

(8) David E. Aune, *Word Biblical Commentary*, Revelation 6-16 (Dallas, TX: Word Books, 1998), 828.

(9) *Ibidem.*

(10) G. K. Beale, *The Book of Revelation*, The New International Greek Testament Commentary (Grand Rapids, MI: Eerdmans, 2013), 335.

(11) Aune afirma que a série de sete trombetas (8:7-9: 21; 11:15-18) é introduzida com uma "cena no templo celestial em 8:2-6". Para ele, "este prelúdio, como o prelúdio para os sete selos em 4:1–5:14 e o prelúdio para as sete taças em 15:1-8, está colocado no templo celestial" (Aune, Revelation 6-16, p. 494). Paulien vai além ao afirmar que todo o Apocalipse é estruturado pelos rituais e visões do templo celestial. A partir dos estudos anteriores de Kenneth A. Strand, ele propôs uma estrutura

do livro com sete conjuntos de visões, cada um introduzido por uma cena do templo celestial (Jon Paulien, "The Role of the Hebrew Cultus, Sanctuary, and the Temple in the Plot and Structure of the Book of Revelation," *Andrews University Seminary Studies 33*, no. 2 [1995]: 248).

(12) Beale afirma que, "de uma perspectiva literária, Ap 11:19 não somente conclui as sete trombetas, mas também introduz a visão que segue", os sinais no céu. "Em 8:3-5, o mesmo palavreado, em paralelo com 11:19, serve tanto como uma conclusão temática para os sete selos como uma introdução literária para as sete trombetas" (Beale, *The Book of Revelation*, 621).

(13) Austin Farrer, *A Rebirth of Image: The Making of St. John Apocalypse* (New York: State University of New York Press, 1986), 46. Farrer destaca os sete sinais de Ap 12–14 com: 12:1, 3; 13:1, 11; 14:1, 6; 15:1. Além disso, ele vê outros sete sinais em Ap 19–22: (1) vi o céu aberto, e eis um cavalo branco (19:11); (2) vi um anjo em pé no sol (19:17); (3) vi a besta e os reis da terra (19:19); (4) vi um anjo descendo do céu (20:1); (5) vi tronos, e eles se sentaram neles (20:4); (6) vi um grande trono branco e o que estava assentado sobre ele (20:11); (7) e vi um novo céu e uma nova terra ... e vi a cidade santa, a Nova Jerusalém (21:1, 2) (Farrer, *A Rebirth of Image*, 45-48).

(14) *Ibid.*, 59.

(15) Collin Brown, ed., *The New International Dictionary of the New Testament Theology*, 3 vols (Grand Rapids, MI, 1978), 2:931.

(16) Simon J. Kistemaker, *New Testament Commentary: Exposition of the Book of Revelation* (Grand Rapids, MI: Baker Academic, 2001), 94, 95. O antigo tabernáculo continha um candelabro de puro ouro com sete lâmpadas (Ex 25:31, 37). O templo de Salomão tinha dez candelabros de ouro (1Rs 7:47; ver Craig R. Koester, *Revelation*, The Anchor Yale Bible [New Haven: Yale University Press, 2014], 245).

(17) Aune, Revelation 1-5, 88; cf. 90, 295.

(18) Beale, *The Book of Revelation*, 454. Alguns consideram que o personagem junto ao altar em Ap 8:3-5 seja um anjo de fato, entendendo que os anjos podem fazer mediação pelos pecadores diante de Deus (ver Kistemaker, *Revelation*, 269; Robert Mounce, *The Book of Revelation*, The New International Commentary on the New Testament, ed. rev. [Grand Rapids, MI: Eerdmans, 1998], 173; Grant R. Osborne, *Revelation*, Baker Exegetical Commentary on the New Testament [Grand Rapids, MI: Baker Academic, 2002], 343). Na verdade, o texto não indica que João esteja falando de Cristo, embora o incenso seja uma referência simbólica a Cristo, o único capaz de interceder diante de Deus no contexto do Novo Testamento (Rm 8:34; Hb 7:25; 9:24).

(19) Paulien, "The Role of the Hebrew Cultus, Sanctuary…", 253.

(20) *Ibid.*, 253.

(21) *Ibid.*, 254.

(22) Adaptado de Kenneth Strand, "The Eight Basic Visions," in *Symposium on Revelation: Introductory and Exegetical Studies*, Daniel and Revelation Committee Series, ed. Frank B. Holbrook, Book I (Silver Springs, MA: Biblical Research Institute, 1992), 48-49; cf. também Paulien, "The Role of the Hebrew Cultus…", 248.

(23) cf. Mounce, *The Book of Revelation*; Osborne, *Revelation*.

(24) Murphy afirma que "o trovão é associado à presença divina" (cf Ap 4:5). De fato, em Êx 19:16-18, quando Deus desce sobre o monte Sinai na promulgação da Lei, há "vozes, trovões, relâmpagos e terremoto" (Frederick J. Murphy, *Fallen is Babylon: The Revelation to John* [Harrisburg, PA: Trinity Press, 1998], 203-204). LaRondelle lembra que "os autores bíblicos descrevem a presença de Deus por meio de terremotos, trovões, fenômenos no sol, lua e estrelas, torrentes de chuva e saraiva" (cf. Êx 15:16; Dt 7:20, 23). Segundo ele, "estas são manifestações da presença teofânica de Yahweh" (Hans K. LaRondelle, *Chariots of Salvation: The Biblical Drama of Armageddon* [Hagerstown, MD: Review and Herald, 1987], 60-61).

(25) Marcel Macelaru, "The woman, the Child and the Dragon: Old Testament Overtones in Revelation 12". *Pleroma*, Ano XII, n. 2 (2010): 113, 114.

(26) David Chilton, *The Days of Vengeance: An Exposition of the Book of Revelation* (Tyler, TX: Dominion Press, 1987), 304.

(27) Beale, *The Book of Revelation*, 682.

(28) Chilton, *The Days of Vengeance*, 306.

(29) Anthony MacPherson, "O sábado e a marca da besta," *Parousia*, Revista do Seminário Adventista Latino-americano de Teologia, sede Brasil-Sul (Engenheiro Coelho, SP: Unaspress), v. 2, (2012): 52, 53.

(30) Beale, *The Book of Revelation*, 682.

(31) Andy Angel, *Playing with Dragons Living with Suffering and God* (Cambridge, UK: The Lutterworth Press, 2014), 29.

(32) *Ibid*, 29.

(33) MacPherson, "O sábado e a marca da besta", 51, 52.

(34) Beale, *The Book of Revelation*, 711.

(35) A maioria das versões bíblicas traduz este texto, indicando que as pessoas recebem "a marca, o nome da besta ou o número do seu nome", como se fossem três coisas semelhantes. No entanto, o chamado Códex Alexandrino traz outra leitura (cf. Ranko Stefanovic, *Revelation of Jesus Christ: Commentary on the Book of Revelation*, 2a ed. [Berrien Springs, MI: Andrews University Press, 2009], 425). Literalmente, a versão deste manuscrito do 5º século diz que as pessoas recebem "a marca, que é o nome da besta ou o número do seu nome" (Ap 13:17, NVI).

(36) Beale, *The Book of Revelation*, 716.

(37) *Ibid.*, 715.

(38) Friberg, Timothy; Barbara Friberg; e Neva F. Miller, *Analytical lexicon*

of the Greek New Testament (Grand Rapids, MI: Baker Books), 2000.

(39) *Ibid.*

(40) Jacques Doukhan, *Secrets of Revelation: The Apocalypse through Hebrew Eyes* (Hagerstown, MD: Review and Herald, 2002), 118.

(41) Beale, *The Book of Revelation*, 724.

(42) Beale, *The Book of Revelation*, 716.

(43) *Ibid.*, 722.

(44) Mounce, *The Book of Revelation*, 270.

(45) Beale, *The Book of Revelation*, 748.

(46) Stefanovic, *Revelation of Jesus Christ*, 454.

(47) *Ibid.*, 453.

(48) Diogo Cavalcanti, "O Apocalipse e o ciberespaço". In Vanderlei Dorneles (org.), *Mundo Virtual: riscos e oportunidades das novas tecnologias* (Tatuí, SP: Casa Publicadora Brasileira, 2016), 50-51.

(49) Beale, *The Book of Revelation*, 749.

(50) *Ibid.*, 749.

(51) Aune, Revelation 6-16, 827.

(52) Stefanovic, *Revelation of Jesus Christ*, 451.

(53) *Ibid.*, 452.

(54) *Ibid.*

(55) Jon Paulien "Revisiting the Sabbath in the Book of Revelation," *Journal of the Adventist Theological Society* 9 (Spring–Autumn 1998): 185.

(56) Aune, Revelation 6-16, 827.

(57) *Ibid.*, 837.

(58) Mounce, *The Book of Revelation*, 271.

(59) *Ibid.*

(60) Stefanovic, *Revelation of Jesus Christ*, 455.

(61) Wai-Yee Ng, *Water Symbolism in John: An Eschatological Interpretation* (New York: Peter Lang, 2001), 194.

(62) *Ibid.*, 187.

(63) Aune, Revelation 6-16, 829.

(64) Beale, *The Book of Revelation*, 832.

(65) Mounce, *The Book of Revelation*, 272.

(66) Stefanovic, *Revelation of Jesus Christ*, 454.

(67) *Ibid.*, 455.

(68) *Ibid.*

MORFOLOGIA E CATASTROISMO

Neste artigo são feitas considerações hidrodinâmicas a respeito da formação de meandros fluviais periodicamente por ocasião de cheias em planícies aluviais.

Considera-se, em particular, a Bacia do Rio do Peixe, no Estado da Paraíba, onde são registrados icnofósseis na "Formação Sousa".

Essa formação geológica caracteriza-se principalmente por lamitos, argilitos e folhelhos marrom escuro, apresentando estratificações plano-paralelas, marcas de ondas e gretas de contração em abundância, além de pegadas de dinossauros.

A partir da análise hidrodinâmica das estratificações, apresenta-se um modelo para a interpretação da formação das trilhas de pegadas de dinossauros encontradas na região.

Ruy Carlos de Camargo Vieira

Ex-Presidente da SCB

Marcos Natal de Souza Costa

Atual Presidente da SCB

BREVE CONTRIBUIÇÃO PARA A INTERPRETAÇÃO HIDRODINÂMICA DA FORMAÇÃO DE PEGADAS NA BACIA DO RIO DO PEIXE EM SOUSA - PB

INTRODUÇÃO

Notícias sobre pegadas de dinossauros frequentemente têm sido veiculadas pela imprensa escrita, falada e visualizada, apresentando interpretações fantasiosas a respeito de sua formação, até mesmo publicando meras opiniões de pessoas que se dizem cientistas, sem qualquer embasamento que se pudesse considerar como verdadeiramente científico.

São numerosas as notícias que nada explicam e tão somente trazem visão errônea da interpretação da realidade, com pressupostos implícitos considerados como verdades científicas, mas destituídos da objetividade e rigor exigidos pelo método científico.

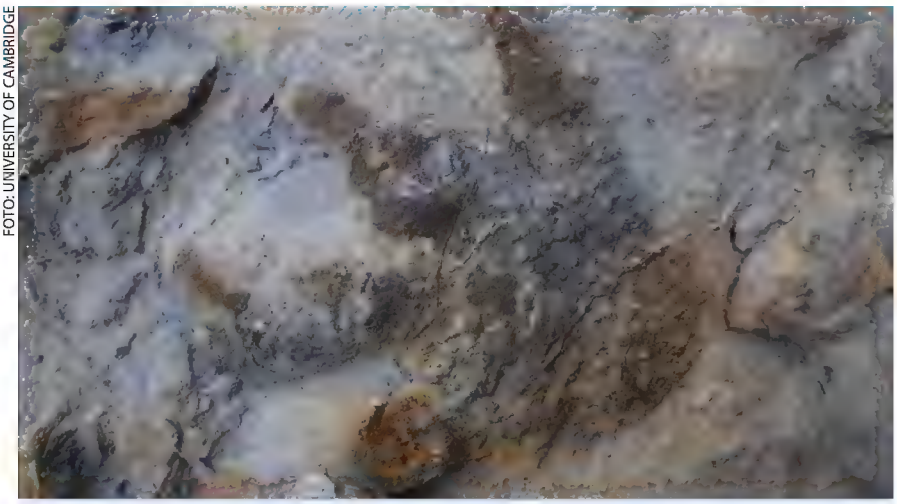
Entretanto, a notícia que será transcrita a seguir, publicada pela Revista Galileu de dezembro de 2018, com o título "85 Pegadas de dinossauros bem preservadas são encontradas na Inglaterra - Até garras, escamas e pele podem ser vistas em detalhes das descobertas" apresenta mais objetividade e tem o mérito de chamar a atenção para alguns aspectos nem sempre levados em conta na interpretação das pegadas fósseis.

Revista Galileu, globo.com, Ciência, notícia -2018/12/85 - Pegadas de dinossauros bem preservadas são encontradas na inglaterra

RC100-ARQUIVO 1

"Pesquisadores encontraram 85 pegadas de dinossauros quase intactas na costa da Inglaterra. Os sinais foram deixados por 13 espécies diferentes que viveram no Cretáceo Inferior, período entre 145 milhões e 100 milhões de anos atrás. As

FOTO: UNIVERSITY OF CAMBRIDGE



Marcas de pegadas de dinossauros

impressões são tão bem preservadas que garras, escamas e até pele podem ser vistas em detalhes.

De acordo com Shillito & Davies (2019), as pegadas são de herbívoros como iguanossauros, anquilossauros, estegossauros e saurópodes. Há também sinais de terópodes carnívoros. No geral, elas têm tamanhos que variam entre 2 e 60 centímetros.

Os registros foram encontrados na floresta de Ashdown no condado de East Sussex, sul da Inglaterra, onde há penhascos de arenito de milhões de anos, nos quais outras pegadas de dinossauros já foram identificadas. A descoberta, no entanto, difere das restantes pela quantidade e representa uma vantagem para paleontólogos, que poderão entender o quão povoada era a região no passado.

'Fósseis de dinossauros de corpo inteiro são raros. Geralmente você só encontra pequenos pedaços, que não dizem muito sobre como estes bichos podem ter vivido', disse Anthony Shillito, da Universidade de Cambridge, no Reino Unido, em comunicado. 'Uma coleção de pegadas como esta ajuda a preencher algumas lacunas e inferir coisas, como que os dinossauros estavam vivendo no mesmo lugar ao mesmo tempo.'

Para que pegadas possam ser preservadas, as condições precisam estar certas: o assoalho tem que ser macio e um pouco úmido. À medida que o solo seca e endurece, a impressão é 'fixada' e, ao longo do tempo, coberta por camadas de sedimentos que a protegem contra a erosão. Quando as camadas são erodidas, as pegadas são reveladas.

'Você pode ver a textura da pele e escamas, assim como marcas de garras de quatro dedos, que são extremamente raras', detalhou Shillito. 'Para ter ideia sobre quais dinossauros fizeram as pegadas, é preciso compará-las com outros fósseis, o que permite identificar as semelhanças.'

A descoberta também expande o conhecimento da diversi-

FOTO: UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

Vestígios de pele de Iguanossauro

FOTO: UNIVERSITY OF CAMBRIDGE

Pegada quase intacta de Anquilossauro

dade de dinossauros na região durante o Cretáceo Inferior, com base nas trilhas preservadas. Além disso, pode ajudar a pesquisa de Shillito, que pretende saber o efeito que esses bichos tiveram sobre cursos aquáticos.

'Dado o tamanho de muitos dinossauros, é provável que tenham afetado os rios de forma semelhante, mas é difícil afirmar, visto que a maioria das pegadas teria sido levada embora', afirmou o especialista. 'No entanto, vemos algumas evidências em menor escala de seu impacto. Em algumas das pegadas mais profundas é possível ver que matas estavam crescendo. Também encontramos rastros de pegadas ao longo das margens dos canais do rio. É possível que dinossauros tenham influenciado a formação destes canais'."

Com relação ao artigo que foi transcrito, pode-se comentar inicialmente que, evidentemente, a mencionada datação do Período Cretáceo (e dos penhascos de arenito com seus supostos milhões de anos) obedece ao padrão convencional estabelecido para a chamada "Coluna Geológica", que merece críticas que fogem ao escopo desta contribuição para a intepretação hidrodinâmica da formação das pegadas fósseis e, assim, não serão aqui consideradas por não afetarem a objetividade desta contribuição.

Em seguida, pode-se destacar que o parágrafo do artigo que menciona as condições necessárias para que as pegadas possam ser preservadas, como "o assoalho macio e um pouco úmido" para que o solo seque e endureça e a impressão possa ser fixada e ser "ao longo do tempo, coberta por camadas de sedimentos que a protejam contra a erosão" constitui uma declaração de importância para a análise das pegadas fósseis onde quer que elas possam vir a ser encontradas.

O artigo deixa entrever claramente, também, a relação entre "rastros de pegadas fósseis encontradas ao longo das margens dos canais de rios" e fenômenos de deposições sedimentares de origem fluvial, certamente na formação das chamadas "barras de meandro" (sendo, entretanto, muito improvável que "dinossauros tenham influenciado a formação destes canais")

Da mesma forma, outra declaração importante do artigo é a de que as pegadas formadas sob as condições anteriores podem ser reveladas posteriormente, quando forem erodidas as camadas de sedimentos que as encobriram ao longo do tempo.

Feitos esses comentários sobre o artigo divulgado pela Revista Galileu a título de introdução ao tema proposto para esta contribuição à interpretação hidrodinâmica da formação de pegadas de dinossauros, em seguida serão abordados aspectos de interesse sobre as pegadas de dinossauros encontradas na Bacia do Rio do Peixe, em Sousa, PB, tais como

TABELA CRONOESTRATIGRÁFICA INTERNACIONAL
SUBDIVISÕES DO PERÍODO CRETÁCEO

Sistema / Período	Série / Época	Andar / Estágio	Idade (Ma)
PALEÓGENO	PALEOCENO	DANIANO	MAIS RECENTES
Cretácio	Superior	Maastrichtiano	66,0 - 72,1
		Campaniano	72,1 - 83,6
		Santoniano	83,6 - 86,3
		Coniaciano	86,3 - 89,8
		Turoniano	89,8 - 93,9
		Cenomaniano	93,9 - 100,5
	Inferior	Albiano	100,5 - ~ 113,0
		Aptiano	~ 113,0 - ~ 125,0
		Barremiano	~ 125,0 - ~ 129,4
		Hauteriviano	~ 129,4 - ~ 132,9
		Valanginiano	~ 132,9 - ~ 139,8
		Berriasiano	~ 139,8 - ~ 145,0
JURÁSSICO	SUPERIOR	TITHONIANO	MAIS ANTIGO

Subdivisão do Cretáceo de acordo com a Tabela Cronoestratigráfica Internacional versão 2015/1 Comissão Internacional sobre Estratigrafia

os efeitos da hidro-abrasão e da cavitação em rochas, a natureza não-newtoniana dos escoamentos fluviais, a formação de meandros e a sedimentação fluvial com as abordagens da hidrodinâmica fluvial e da geologia sedimentar. A partir do relacionamento entre erosão, transporte e sedimentação com base no diagrama de Hjülstrom aplicado à interpretação da formação de barras de meandros fluviais, serão considerados os hidrogramas em bacias de sedimentação e, finalmente, a icnologia em meandros de paleoambientes sedimentares fluviais.

Não deve ser esquecido que este artigo está sendo escrito precipuamente sob a perspectiva fluidodinâmica dos escoamentos, pretendendo destacar aspectos relacionados com a Hidráulica Fluvial normalmente abordada em cursos de Engenharia, e não sob a perspectiva da Geologia Histórica convencional que aceita a "Tabela Cronoestratigráfica Internacional", como útil ferramenta operacional.

A BACIA DO RIO DO PEIXE

Aspectos Gerais

A Bacia Sedimentar do Rio do Peixe compreende uma área de mais 1.730 km², abrangendo aproximadamente 30 localidades no alto sertão da Paraíba, entre elas os municípios de Sousa, Aparecida, Marizópolis, Vieirópolis, São Francisco, São José da Lagoa Tapada, São João do Rio do Peixe, Santa Cruz, Santa Helena, Nazarezinho, Triunfo, Uiraúna e Cajazeiras. Os registros mais importantes estão no município de Sousa, distando 7 km da sede do município e 420 km da capital do Estado, João Pessoa.

Nela encontram-se rastros e trilhas fossilizadas de mais de 80 espécies, em cerca de 20 níveis estratigráficos. Destacam-se as trilhas das localidades da Passagem das Pedras, onde foram descobertos os primeiros indícios de dinossauros brasileiros, no fim do século XIX.

Em toda a região, encontram-se rastros fossilizados cujo tamanho varia de 5 cm, de um dinossauro do tamanho de uma galinha, até 40 cm, como as pegadas de iguanodonte de 4 toneladas, 5 metros de comprimento e 3 metros de altura. A maioria das pegadas é de dinossauros carnívoros. Uma trilha com 43 metros em linha reta é a mais longa que se conhece no mundo.

Conforme Leonardi & Carvalho (2002), as bacias de Sousa e Uiraúna – Brejo das Freiras são consideradas bacias intracratônicas do Nordeste do Brasil que se desenvolveram ao longo de lineamentos estruturais pré-existentes do embasamento, durante a abertura do Oceano Atlântico. A idade desses depósitos, baseada em material polínico, é característica dos andares locais de Rio da Serra [Berriasiano (Cretáceo Inferior) ao Hauteriviano) e Aratu (Barremiano inferior) segundo dados de Lima e Coelho (1987) e Regali (1990)]. (N.E. - Ver "Tabela Cronoestratigráfica Internacional", na página anterior).

A sedimentação nestas bacias foi controlada por processos tectônicos regionais (Lima Filho, 1991; Lima Filho *et al.*, 1999).

Os depósitos aí encontrados refletem um controle direto da sedimentação pela atividade tectônica. Ao longo das bordas falhadas das bacias, a deposição consistia de leques aluviais, modificando-se distalmente para sistemas aluviais entrelaçados. Na região central dessas bacias estabeleceu-se um sistema fluvial meandrante com uma ampla planície de inundação, onde ocorriam lagos perenes e temporários (Carvalho, 2000a).

A relevância paleontológica e geológica das Bacias de Sousa e Uiraúna – Brejo das Freiras está na abundância de icnofaunas dinossaurianas que representam parte de um amplo *megatracksite* do início do Cretáceo (Viana *et al.*, 1993; Carvalho, 2000a) estabelecido durante os estágios iniciais da abertura do Atlântico Sul.

Nesta região foram encontrados 22 sítios icnofossilíferos com mais de 395 indivíduos dinossaurianos." (N.E. - Destaques inseridos).

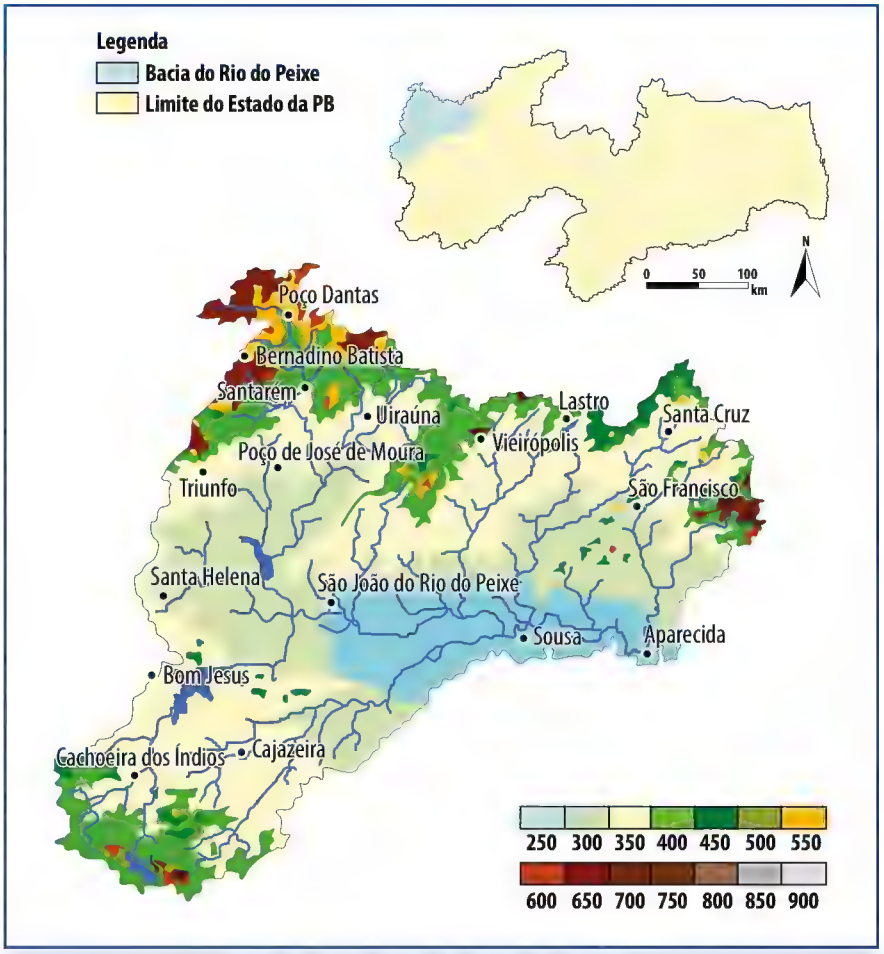
De acordo com Ferreira *et al.*, 2017, a Formação Souza possui origem em um sistema fluvial meandrante de baixa energia, com fácies típicas de inundação lacustre em superfície (Rocha & Amaral, 2006; Lima Filho, 1991; Silva, A. N., 2009)". N.E. – (N.E. - Destaques inseridos).

Estratigrafia

A bacia do Rio do Peixe está dividida nas sub-bacias Brejo das Freiras, Sousa e Pombal, cuja geometria interna é formada por um conjunto de meio-grabens assimétricos (Françolin *et al.*, 1992). O controle do

arcabouço estrutural destas sub-bacias foi exercido pelo arranjo dos elementos tectônicos preexistentes, tais como as falhas de Malta de direção leste-oeste e de Portalegre de direção nordeste-sudoeste.

Françolin *et al.* dividiram a estratigrafia da Bacia do Rio do Peixe, da base para o topo, nas formações Antenor Navarro, Sousa e Rio Piranhas. A Formação Antenor Navarro é composta na base por conglomerados de grãos imaturos, passando gradualmente em direção ao topo a grãos finos e micáceos intercalados com argilitos, caracterizando uma passagem gradual dos sistemas de leque aluvial, fluvial típico e à lacustre. Essas rochas foram depositadas diretamente sobre o assoalho cristalino, num regime de desenvolvimento fluvial contemporâneo às primeiras atividades tectônicas.



Bacia do Rio do Peixe no Estado da Paraíba e indicação da área sedimentar entre S. João do Rio do Peixe e Sousa

A Formação Sousa possui uma espessura máxima de 800 metros na sub-bacia Sousa, podendo atingir na sub-bacia Brejo das Freiras uma profundidade de até 1900 metros (MME/CPRM, 2008; Nogueira *et al.*, 2004).

Caracteriza-se pela predominância de siltitos e folhelhos vermelhos amarronzados, intercalados com arenitos finos (calcíferos) a médios, além de margas e calcários. São comuns argilitos intercalados com níveis carbonáticos com vários níveis fossilíferos de icnofósseis de dinossauros, sugerindo uma planície de inundação ou um sistema fluvial meandrante e lacustre pouco profundo durante um período de relativa calma tectônica.

Na localidade de Passagem das Pedras, conhecida como Vale dos Dinossauros, a Formação Sousa é formada principalmente por lamitos, argilitos e folhelhos marrom escuro, apresentando estratificações planoparalelas, marcas de ondas e gretas de contração em abundância, além de pegadas de dinossauros. Os sentidos de paleocorrentes mais expressivos naquele local são para sudeste e sudoeste.

A Formação Rio Piranhas representa a unidade superior do Grupo Rio do Peixe, tendo ocorrência restrita à porção sul da sub-bacia Sousa, onde possui cerca de 100 metros de espessura de acordo com o poço estratigráfico LF-01-PB (BRASIL/DNPM, 1970), podendo atingir até 300 metros de espessura (Srivastava & Carvalho, 2002).

É composta predominantemente por arenitos grossos a conglomeráticos, feldspáticos e líticos, mal selecionados, com coloração cinza claro ou marrom avermelhado, possuindo intercalações de arenitos médios a finos e siltitos. Geralmente apresentam estratificações cruzadas acanaladas de médio porte e, mais raramente, marcas de onda. O sentido dominante das paleocorrentes é para norte.

O Geoparque Rio do Peixe

Recentemente foi elaborada uma proposta para a criação do "Geoparque Rio do Peixe", à semelhança da criação do Geoparque do Araripe, iniciativa de

grande vulto e importância para a preservação das riquezas geológicas e paleontológicas daquela região. Nessa proposta (Ver Ferreira *et al.*, 2017) são apresentados dados de bastante interesse para as finalidades deste artigo, motivo pelo qual serão transcritos alguns de seus trechos considerados mais oportunos, como os seguintes:

"O geossítio Passagem das Pedras está localizado 3,5 km a noroeste da cidade de Sousa. O acesso é feito a partir da saída noroeste daquela cidade, pela rodovia PB-391. A entrada para o 'Monumento Natural Vale dos Dinossauros', onde está o geossítio, fica na margem esquerda da estrada. Este geossítio, de relevância internacional, com grande valor científico, didático e turístico, constitui-se de uma superfície rochosa com cerca de 2000 m², exposta pela ação erosiva do Rio do Peixe, de siltitos e argilitos da Formação Sousa.

O geossítio é conhecido desde o final do século XIX pela presença de pegadas fósseis, que foram cientificamente estudadas e atribuídas a dinossauros nos anos 1920 e 1940 (Moraes, 1924; Cavalcanti, 1947).

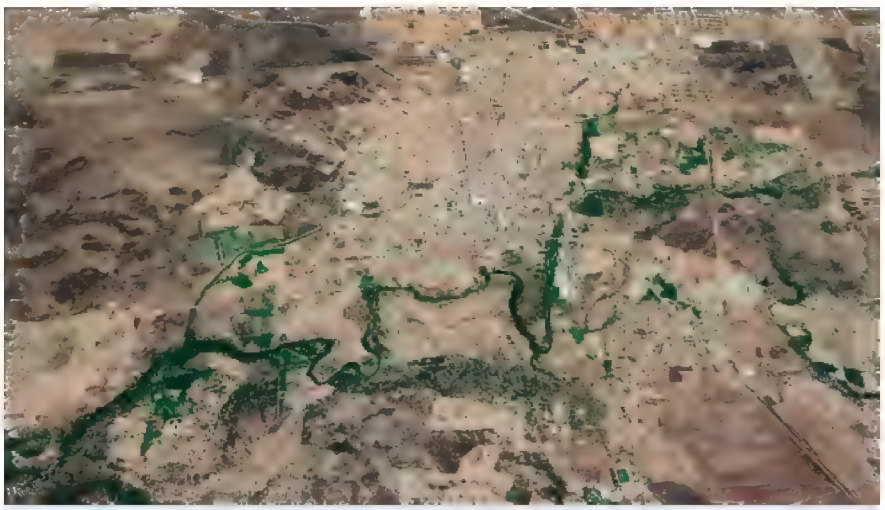
Nas últimas décadas do século XX o local voltou a ser estudado, com inúmeros trabalhos publicados, e foram reconhecidas pegadas de dinossauros Ornithopoda (Sousaichnium pricei e Staurichnium diogenis), Theropoda (Moraesichinium borboremae) e possivelmente de Ankylosauria, além de pegadas de natação (Price, 1961; Leonardi,1979b; Leonardi, 1979c; Leonardi, 1979d; Leonardi, 1980c; Leonardi, 1980f; Leonardi, 1981a; Leonardi, 1984a; Leonardi, 1984b; Leonardi, 1985a; Leonardi, 1994; Leonardi, 1985ª; Leonardi et al., 1987; Leonardi & Santos, 2004; Leonardi & Carvalho, 2007; Siqueira et al., 2011). [A bibliografia indicada encontra-se referenciada no artigo original].

Atualmente, o geossítio integra um parque natural, tombado e designado como 'Monumento Natural Vale dos Dinossauros'. A região é agora um complexo turístico e oferece uma infra-estrutura como um museu, caminhos e passarelas para visitação ao geossítio, bem como pessoal treinado para o turismo ecológico e para a proteção do sítio paleontológico. O local conta, também, com um canal de alívio da vazão do Rio do Peixe, numa extensão de 621 metros, que permite a proteção das pegadas contra a ação erosiva e represamento d'água sobre o sítio paleontológico.

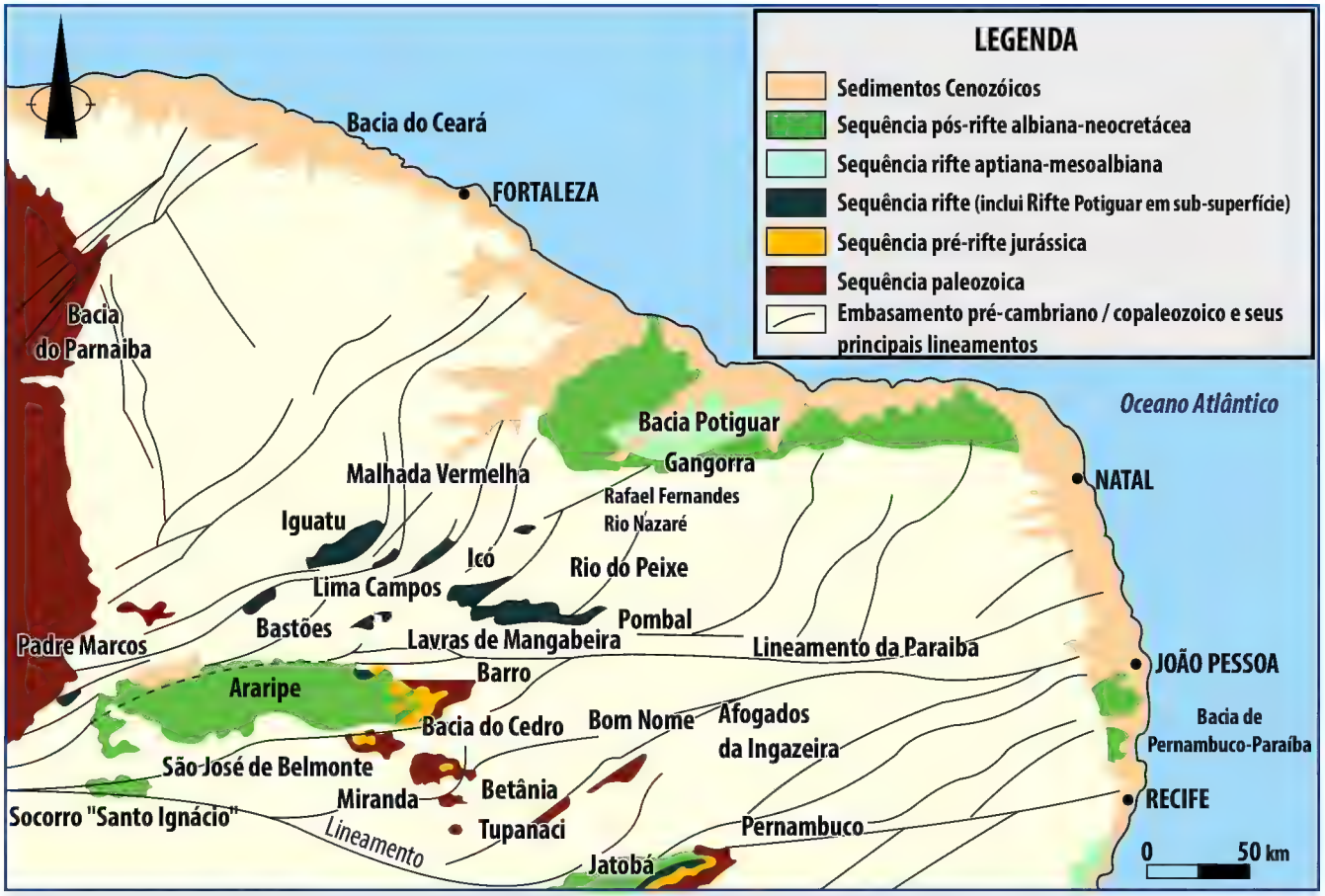
No que concerne à morfologia da área sedimentar, que representa a maior extensão territorial do geoparque, ela é dominada por relevos tabulares esculpidos nos sedimentos do Grupo Rio do Peixe, em sua maioria da Formação Sousa, seguidos das formações Antenor Navarro e Rio Piranhas em menor proporção. São extensos tabuleiros areno-argilosos com pequena ou nenhuma quebra de relevo em contato com as superfícies aplainadas que contornam a bacia.

Entremeado a esse modelado tabular, ocorrem extensas planícies fluviais, destacadamente as planícies dos rios do Peixe e Piranhas, que correm no sentido O-E da bacia. Os tabuleiros são relevos de degradação em rochas sedimentares, com formas suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente baixos, com topos planos e alongados e vertentes suaves em contato com as planícies aluviais.

Já as planícies fluviais são relevos de agradação, em zona de acumulação atual, com superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou areno-argilosos a argilosos, bem selecionados, situados nos



Vista aérea de meandros atuais do Rio do Peixe nas proximidades de Sousa



Mapa Geológico da Região Nordeste Oriental
(Ref. Rogério Valença Ferreira *et al., op.cit,*)

fundos de vales. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água principais."

Em face da descrição geo-paleontológica acima apresentada, que deixou clara a intervenção de fenômenos hidrodinâmicos na Bacia do Rio do Peixe, como deposições aluviais em bacias sedimentares e sistema fluvial meandrante, em conexão com a formação dos icnofósseis locais, serão feitas no Tópico seguinte algumas considerações de ordem hidrodinâmica julgadas pertinentes para a interpretação do possível processo de formação desses icnofósseis.

Será levado em conta nessas considerações o destaque feito no trecho transcrito do artigo de Giuseppe Leonardi e Ismar de Souza Carvalho sobre a formação de um sistema fluvial meandrante com uma ampla planície de inundação, em conexão com exposições sobre a hidrodinâmica dos processos de escoamento fluvial em bacias de acumulação e processos de erosão, transporte e sedimentação, apresentadas na literatura acadêmica, bem como particularmente em conexão com a abordagem apresentada por Bernat Vila *et al.*, 2003, sobre os icnofósseis encontrados na região dos Pireneus na Espanha e divulgados em seu artigo referido mais adiante sobre "Icnografia em meandros de paleoambientes sedimentares fluviais".

Antes, porém, outras considerações necessárias, de ordem hidrodinâmica, serão feitas a seguir entremeadas com outras considerações pertinentes no âmbito da Geologia Sedimentar [Ref. Vieira, R. C. C., "Atlas de Mecânica dos Fluidos Clássica" (a ser editado em 2021), Módulos 3 "Cinemática" e 4 "Fluidodinâmica"].

EFEITOS DA HIDRO-ABRASÃO E DA CAVITAÇÃO EM ROCHAS

A "hidro-abrasão" é a erosão ou desgaste que provoca a retirada de material das superfícies sólidas com as quais a água em escoamento entra em contato. Esse desgaste pode ocorrer não só pela ação isolada das forças tangenciais que se exercem sobre a parede sólida devido ao elevado gradiente de velocidades verificado na camada limite do escoamento, como também pode ocorrer devido a choques entre partículas sólidas carreadas pela água em escoamento, ou ainda pelo processo de cavitação, que será considerado ainda a seguir.

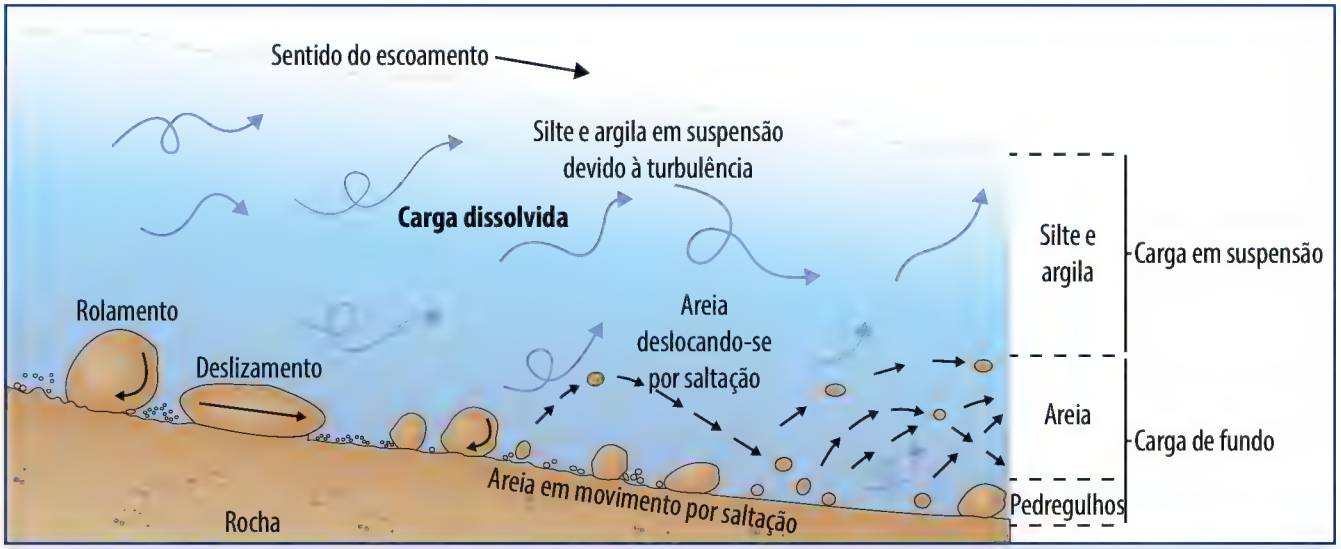
Na literatura técnica, faz-se distinção entre as diferentes maneiras pelas quais são carreados materiais pelas correntes fluviais. Assim, são considerados o arrastamento ou rolamento e os saltos, a suspensão mecânica ou a coloidal, a solução, e a suspensão propriamente dita, conforme ilustrado na Figura da página seguinte. Por simplicidade, chamaremos de *material sólido* todo o material carreado pelas águas, independentemente da maneira específica pela qual se dá o seu transporte.

A título de ilustração, sabe-se que a hidro-abrasão em instalações hidroelétricas é provocada pela água que contém partículas sólidas na proporção de algumas poucas centenas de gramas até centenas de quilogramas por metro cúbico. Esse material sólido carreado pelos rios compreende usualmente partículas de rocha de diferentes tamanhos (de poucos *micra* até algumas centenas de *micra*), resultantes do intemperismo físico, da erosão fluvial das rochas, e do transporte de seus fragmentos.

Medidas efetuadas no Rio Amazonas mostraram taxas de material sólido da ordem de modestas 90 gramas por metro cúbico. Pode ser calculado, assim, que o Amazonas carreia para o Oceano Atlântico cerca de 800 milhões de toneladas de material sólido por ano. Se esse material fosse acumulado em um só lugar, corresponderia a uma montanha dez vezes mais alta do que o Pão de Açúcar! Deve ser lembrado também que, além desse material carreado para a calha do Amazonas, proveniente de seus afluentes, nos meandros dos próprios afluentes é depositada outra grande parcela de material sólido, conforme será considerado mais adiante neste artigo.

Medidas efetuadas no Rio Paraíba do Sul, na altura de Barra do Piraí, SP, no mês de agosto (estação seca), mostraram para o material sólido em suspensão a taxa da ordem de 550 gramas por metro cúbico, e no mês de janeiro (estação chuvosa) a taxa da ordem de 1200 gramas por metro cúbico.

Em condições climáticas excepcionais, ou em casos de eventos geológicos específicos, o conteúdo sólido de muitos rios pode chegar até a 350 quilogramas por metro cúbico, incluindo partículas finas de material argiloso, que



Transporte de detritos em escoamento fluvial
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig. 2.70)

não é tão agressivo às instalações hidroelétricas

No "trabalho" dos rios e das correntezas de uma maneira geral, devem ser distinguidos os fenômenos de erosão, do transporte e da deposição do material sólido. As partículas resultantes do processo de erosão são transportadas pela correnteza, e constituem a chamada "carga de sedimentos em suspensão". Partículas em suspensão, de granulometria menor como argila e silte, depositam-se sob condições de menores velocidades do escoamento, em regime de menor turbulência. Partículas de granulometria maior, como areias e cascalhos, são roladas ou deslizadas sobre o leito do rio, de maneira contínua ou intermitente, pelo arrastamento (tração ou saltação) provocado por maiores velocidades da correnteza, em regime turbulento, e se deslocam com velocidades menores do que a velocidade média do escoamento por estarem situadas na camada limite do escoamento e constituem a "carga de leito".

O relacionamento entre os processos de erosão, transporte e sedimentação pode ser visualizado no "Diagrama de Hjülstrom", que será considerado na página 36 deste artigo.

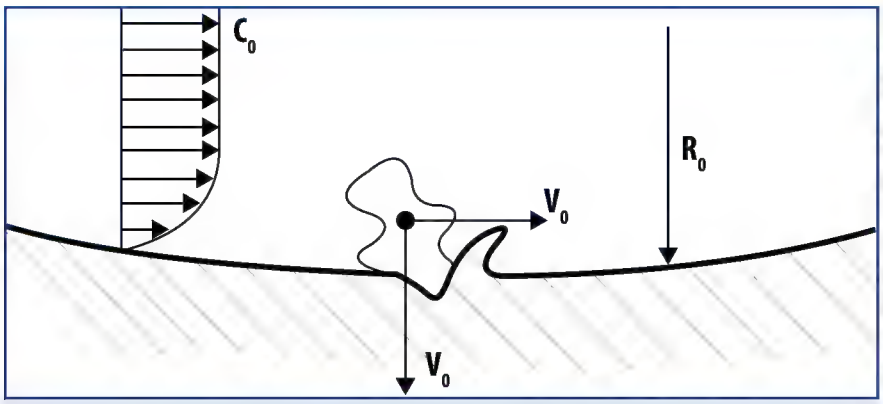
Assim, a hidro-abrasão em dutos e máquinas hidráulicas, bem como no leito de rios, pode ser provocada por processos distintos dentre os quais se destacam a *corrosão*, a *abrasão* e a *cavitação*.

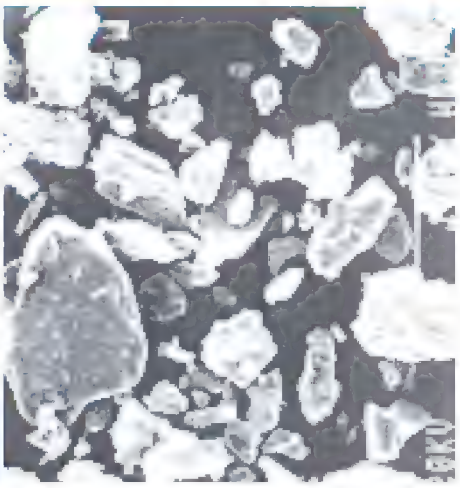
- A *corrosão* é um processo de reação eletroquímica entre a água (com as substâncias nela dissolvidos), e as superfícies das rochas ou tubulações com as quais ela entra em contato, e com relação às quais ela escoa.
- A *abrasão* é um processo mecânico no qual se dá a retirada de partículas das superfícies sólidas com as quais a água entra em contato, pelo efeito do atrito entre elas e a água e as partículas sólidas em suspensão no escoamento.
- A *cavitação* é um processo hidromecânico de remoção de partículas da superfície das rochas, devido às elevadas pressões puntiformes provocadas pelo colapso fluidodinâmico de bolhas de vapor d'água produzidas em regiões de baixa pressão no escoamento.

A seguir, visando proporcionar uma visão geral do que pode ocorrer nos escoamentos fluviais com superfície livre, são tecidas algumas considerações sobre esses dois últimos processos de erosão em escoamentos forçados que ocorrem em partes diversas de instalações hidroelétricas, onde se torna mais fácil a sua caracterização.

As maiores taxas de *abrasão* em instalações hidroelétricas têm sido verificadas com conteúdos sólidos sazonais de 1 a 5 quilogramas por metro cúbico, contendo partículas de quartzo de 50 a 300 *micra*, trazidas pelos rios nas épocas de derretimento do gelo nas montanhas, ou de chuvas tropicais intensas, como as monções na Índia e as chuvas de verão em nosso país.

Nas Figuras da página seguinte, mostra-se um esquema indicativo de como uma partícula sólida dura (como, por exemplo, de quartzo) pode ser pressiona-





Esquema ilustrativo do processo de hidro-abrasão e amostra de composição da areia usada em ensaios
(Figuras apresentadas na *Sulzer Technical Review* 1/1992, pp. 20 e 26)

da sobre uma superfície sólida, e deslocar-se sobre ela provocando um sulco. A repetição dessa ocorrência com uma frequência elevada vai produzindo, no decorrer do tempo, a hidro-abrasão da superfície sólida.

Em turbinas hidráulicas e em estruturas de usinas hidroelétricas observa-se significativa hidro-abrasão sempre que partículas sólidas mais duras do que o material das paredes sobre as quais se dá o escoamento atingem essas paredes com suficiente velocidade e são arrastadas pelo escoamento. O quartzo é o material usualmente mais duro encontrado em areias carregadas pela água de rios. Na figura acima, à direita, tem-se uma fotografia de amostra de areia, obtida em microscópio eletrônico de varredura, mostrando grãos de areia utilizados em ensaios realizados em um equipamento experimental nos laboratórios da firma suíça SULZER fabricante de equipamentos hidráulicos. Nessa figura tem-se a referência de escala indicando o comprimento equivalente a 100 *micra*.

Os ensaios demonstram que o grau de abrasão depende da proporção de quartzo existente na mistura de grãos que constitui a areia carregada pelas águas. Demonstram, também, que a mistura de grãos é mais agressiva quanto maior for a percentagem de grãos de maior granulometria.

Nesta breve exposição desejamos destacar que os resultados experimentais obtidos nos ensaios de hidro-abrasão efetuados em laboratório com materiais de alta resistência utilizados em máquinas e estruturas hidráulicas correspondem ao que pode ser observado na natureza com relação ao processo de hidro-abrasão ocorrido na formação de pedregulhos, pedras, matacões, e até mesmo em blocos de rocha de maior porte.

De fato, ao se observar o material sedimentar grosseiro (cascalho) existente em leitos de rios, nas suas margens ou em qualquer local distante dos leitos atuais de rios, verifica-se um incomensurável número de seixos arredondados, apontando para um processo de hidro-abrasão intenso que teria ocorrido no passado.

Conglomerados são rochas sedimentares formadas por fragmentos de rochas preexistentes, resultantes de transporte hídrico. Assim, a ocorrência de conglomerados exige terem existido também condições de transporte dos fragmentos das rochas originados por processos orogênicos, formação de falhas, transgressões marinhas, glaciações, vulcanismo e intemperismo.

Durante o processo de transporte, graças ao impacto recíproco e à abrasão resultante, os blocos anfractuosos perdem suas arestas e transformam-se em seixos arredondados de formas esféricas, cilíndricas, elipsoidais ou discoidais, dependendo da forma original do fragmento antes de sofrer esse processo de desgaste. Fragmentos pequenos, com dimensões inferiores a alguns décimos de milímetro, devido à sua pequena massa, não sofrem impactos sensíveis, e por isso não se arredondam no processo de carreamento pelas águas. Quanto maior for o fragmento original, maior também será a facilidade para o seu arredondamento.

A denominação usual dada aos fragmentos de rocha encontrados nos conglomerados é função de suas dimensões. Existem várias classificações propostas,

de cuja análise, em média, podemos estabelecer que *blocos de rocha* são os fragmentos que têm dimensões superiores a 1 metro; *matacões*, os situados entre 25 centímetros e 1 metro; *pedras*, os situados entre 25 centímetros e 76 milímetros. Já as partículas componentes dos solos recebem denominações normalizadas, em função de sua granulometria – *pedregulhos*, as que têm dimensões entre 76 e 4,8 mm; *areias (grossa, média e fina)* com dimensões entre 4,8 e 0,05 mm; *siltes*, entre 0,05 e 0,005 mm; e *argilas*, com dimensões inferiores a 0,005 mm. (Ver, por exemplo, a Tabela apresentada no Tópico "C-74 – Clásticos" do "Glossário Geológico" de Leinz & Leonardos, 1975).

A título de ilustração, transcreve-se a seguir um trecho do livro "Geologia do Brasil", de Setembrino Petri e Vicente José Fúlfaro (Editora da USP, 1988), descrevendo a ocorrência de conglomerados na Bacia do Paraná, no Subgrupo Itararé:

"A litologia mais comum do Subgrupo Itararé é constituída de arenitos.

... A granulometria é muito variada, desde arenitos muito finos a conglomeráticos.

... Ritmitos são comuns, embora com menor frequência que arenitos. São constituídos de lâminas de siltitos ou arenitos finos ... alternados com argilitos ou folhelhos.

... Seixos ou blocos de rochas, às vezes facetados e estriados, ocorrem com frequência.

... Os diamictitos são constituídos de blocos, seixos e partículas de rochas de variada natureza.

... O tamanho dos clastos predominantes é pequeno, mas podem ocorrer blocos de até 5 metros de diâmetro."

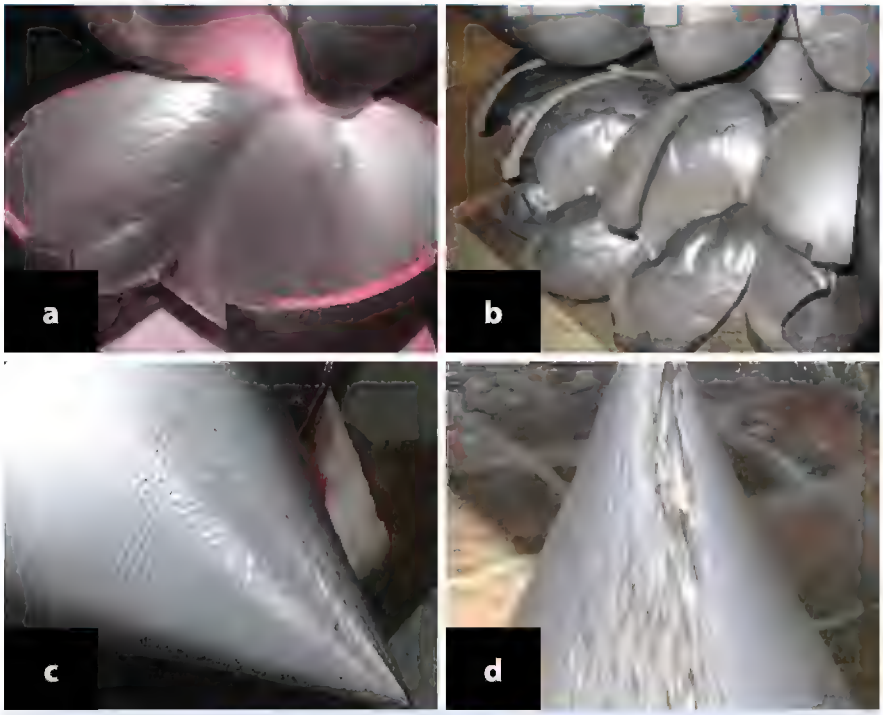
Evidentemente a explicação uniformista para a existência de toda essa gama de partículas supõe a ocorrência de processos lentos e graduais no decorrer de imensos períodos de tempo. Por outro lado, a explicação catastrofista aponta para a ocorrência de fenômenos de hidro-abrasão ocorridos em um grau de intensidade imensamente maior em intervalos de tempo muito menores. O banco de ensaios da SULZER já mencionado e o dispositivo de cavitação acelerada do Departamento de Hidráulica da EESC-USP que será considerado logo adiante, são bastante ilustrativos do mecanismo de ocorrências desses fenômenos de hidro-abrasão de forma intensa e rápida.

Além da hidro-abrasão propriamente dita, deve-se chamar a atenção também para o processo de *cavitação*, outro fenômeno usual em escoamentos de líquidos quando a velocidade atinge valores locais elevados, e consequentemente a pressão valores muito baixos, podendo-se chegar ao valor da "pressão de vapor" do fluido, à temperatura local. Ao ser atingido esse valor, o líquido se evapora, formando-se uma bolha de vapor que, deslocada pelo escoamento, é levada para uma região de maior pressão onde entra em colapso. Nesse processo dinâmico são atingidos valores pontuais elevadíssimos da pressão, de tal maneira que, se isso ocorrer junto a uma superfície sólida em contato com o escoamento, ocorrerão valores extremamente elevados para as tensões normais atuando sobre o material dessa superfície, que poderão facilmente ocasionar um processo de fratura local, com a consequente remoção do material fraturado, pela água em escoamento.

Esse fenômeno recebe o nome de *cavitação*, exatamente porque vai ocasionando cavidades (verdadeiras "cáries"), sendo de natureza bastante distinta da hidro-abrasão considerada anteriormente. Esse efeito da cavitação (aparentemente semelhante ao da hidro-abrasão) recebe em Inglês o nome de "pitting", ou seja, formação de cavidades no material sólido. A formação dessas cavidades, em virtude do processo de cavitação propriamente dito, pode ser um fator de importância para o estabelecimento de condições iniciais extremamente favoráveis a um processo rápido de hidro-abrasão. Além do mais, dependendo da natureza do material que está sendo submetido à cavitação, ela mesma constitui um processo de erosão intensa e rápida bastante significativo.

Nas fotografias apresentadas a seguir, pode-se ter uma ideia do poder erosivo de escoamentos de água sobre superfícies sólidas de elementos de maquinária hidráulica, constituídas de material especialmente resistente à hidro-abrasão e à cavitação.

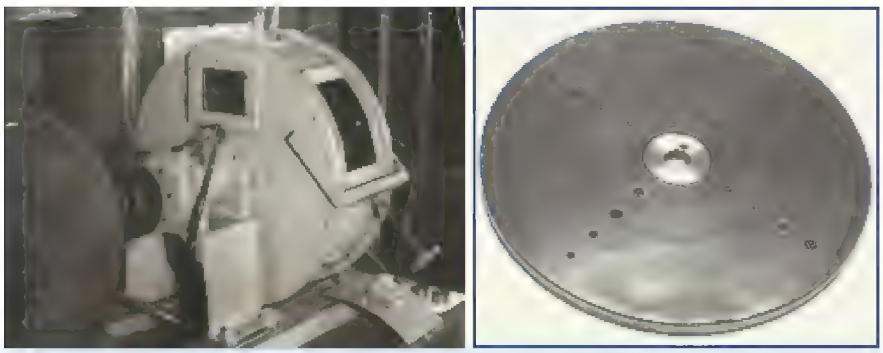
O dispositivo experimental para o estudo da hidro-abrasão montado no Laboratório de Hidráulica da EESC-USP teve



Erosão por cavitação em pás de rotores (a, b) e em agulhas de bocais (c, d) de Turbinas Pelton

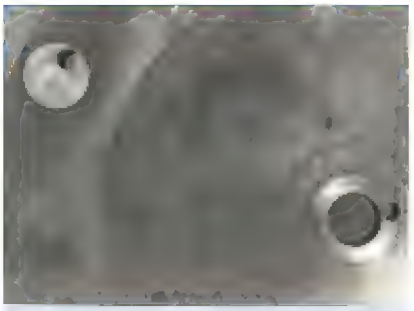
como principal objetivo a realização de ensaios que permitissem a obtenção de dados sobre a resistência à abrasão de diferentes materiais utilizados na construção de instalações hidroelétricas, em um intervalo de tempo reduzido, estabelecendo condições que pudessem causar efeitos de cavitação acelerada. De fato, puderam nele ser obtidos, em intervalos de tempo entre 10 e 20 horas, dados que teriam levado um ano inteiro para serem obtidos em uma instalação hidroelétrica em condições normais de funcionamento. A redução do tempo requerido para a obtenção desses dados deveu-se unicamente à intensidade muito maior da cavitação nas condições estabelecidas em laboratório, em comparação com as condições "normais".

Desta forma destaca-se, em particular, que cavitação e hidro-abrasão, associadas a processos hidrodinâmicos de grandes intensidades (particularmente em níveis energéticos catastróficos, como ocorreu por exemplo na instalação hidroelétrica do Glen Canyon, no rio Colorado em 1983), permitem a formulação de um modelo para explicar a formação rápida de blocos, matacões, pedras, cascalho, pedregulhos e seixos rolados, de maneira geral, bem como a ocorrência de grandes depósitos sedimentares encontrados de forma tão abundante na natureza, formados por partículas "pulverizadas" pelo efeito da cavitação, sem a necessidade de recorrer a grandes períodos de tempo para explicar a sua ocorrência (Acessar as impressionantes Inserções dos QRCodes RC-100 referentes ao Arquivo 2, e Vídeos 1, 2, e 3 re-

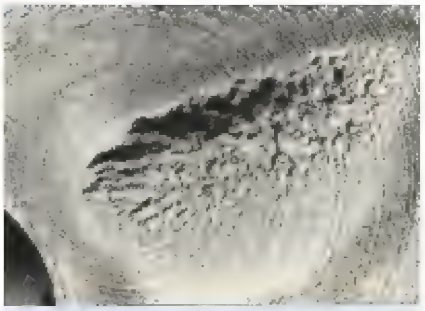


À esquerda - Aparelho destinado a ensaios de cavitação acelerada
À direita - Disco experimental para pesquisa do efeito da erosão por cavitação, provocada propositadamente pelo colapso de vórtices provocados por orifícios dispostos radialmente.

Detalhe do efeito da cavitação sobre o material do disco.
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig.4.44-A)



Corpo de prova metálico inserido no disco do aparelho de ensaios.
(Atlas, Módulo Dinâmica, Fig.4.44-B)



Ampliação da região cavitada do corpo de prova anterior.
(Atlas, Módulo Dinâmica, Fig.4.44-C)

Documentário sobre os efeitos da cavitação na instalação hidroelétrica de Glen Canyon
RC100-ARQUIVO 2

Challenge at Glen Canyon Part 1
RC100-VÍDEO 1

Challenge at Glen Canyon Part 2
RC100-VÍDEO 2

Challenge at Glen Canyon Part 3
RC100-VÍDEO 3

ferentes ao desastre na instalação hidroelétrica de Glen Canyon ocasionado pelos efeitos destrutivos da cavitação hidrúlica.).

TRANSPORTE E SEDIMENTAÇÃO

A deposição de sedimentos transportados pela água é objeto de estudos na Sedimentologia, com aplicações à Mecânica dos Solos tanto na Engenharia quanto na Geologia, sendo também de grande valor para a compreensão da formação dos solos e outros fenômenos de interesse na Geografia Física, de maneira geral, incluindo em particular a formação de meandros em consequência de escoamentos secundários.

Na Fluidodinâmica estuda-se usualmente a atuação das forças derivadas da atuação da gravidade e das tensões tangenciais sobre partículas esféricas em movimento no seio de uma massa fluida newtoniana em escoamento (em um sistema de referência fixo à partícula), a partir do que se torna possível generalizar o intercâmbio de energia entre o fluido e a partícula, permitindo, por exemplo, o estudo analítico dos fenômenos de sedimentação de partículas com quaisquer formatos, caracterizadas pelo seu "diâmetro aparente".

No caso de sedimentação de partículas no seio de uma massa fluida em repouso, é feito o equacionamento que leva à chamada "Lei de Stokes" [$C_D = 24/Rey$] válida para o regime laminar (Número de Reynolds <<1 referente ao diâmetro aparente da partícula sólida). A Lei de Stokes é válida para escoamentos de fluidos newtonianos em torno de partículas sólidas com diferentes formatos, caracterizados por um "diâmetro aparente". Pode-se também estender esse equacionamento ao caso em que o fluido que envolve a partícula seja não-newtoniano, embora isso seja analiticamente bastante mais complexo. [Mais adiante serão feitas considerações a respeito da natureza dos fluidos não-newtonianos, que correspondem a numerosos casos de mistura de água com detritos de vários tipos.]

Uma aplicação interessante da Lei de Stokes obtida para o equilíbrio das forças no caso de escoamento newtoniano em torno de esferas sólidas é a sua utilização no campo da Sedimentologia como, por exemplo, em ensaios de granulometria de amostras de solos, a partir das propriedades físicas tanto das partículas componentes do solo como da água ($\bar{\rho}g$, μ e ρg, sendo $\bar{\rho}$ a densidade da partícula sólida, μ a viscosidade da água, ρ a densidade da água e g aceleração da gravidade), para determinar o diâmetro equivalente dos grãos da amostra em função da sua sedimentação seletiva devido às diferentes velocidades de queda.

Mostra-se nas Tabelas seguintes a classificação das partículas de solo em função de seu diâmetro equivalente, conforme estabelecida pelas Normas (Americanas e Brasileiras) e também frascos contendo solos com composições diversas de grãos, caracterizando solos arenosos,

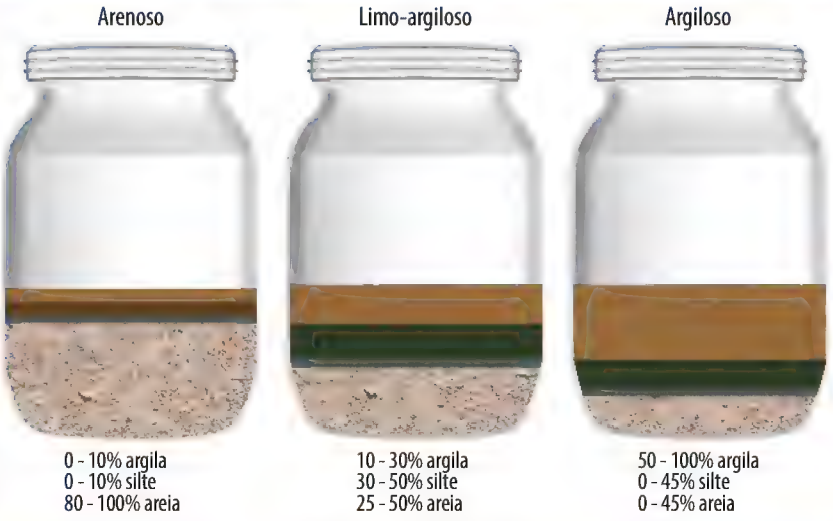
Classificação das partículas de solo segundo seus diâmetros equivalentes conforme Normas Americanas

	Grain size	
"Gravel" >2mm	Pebbles 4-64 mm	
	Granules 2-4 mm	
	Coarse sand 0,5-2 mm	
	Medium sand 0,25-0,5 mm	
	Fine sand 0,06-0,25 mm	
	Silt 0,004-0,06 mm	
	Clay < 0,004 mm	

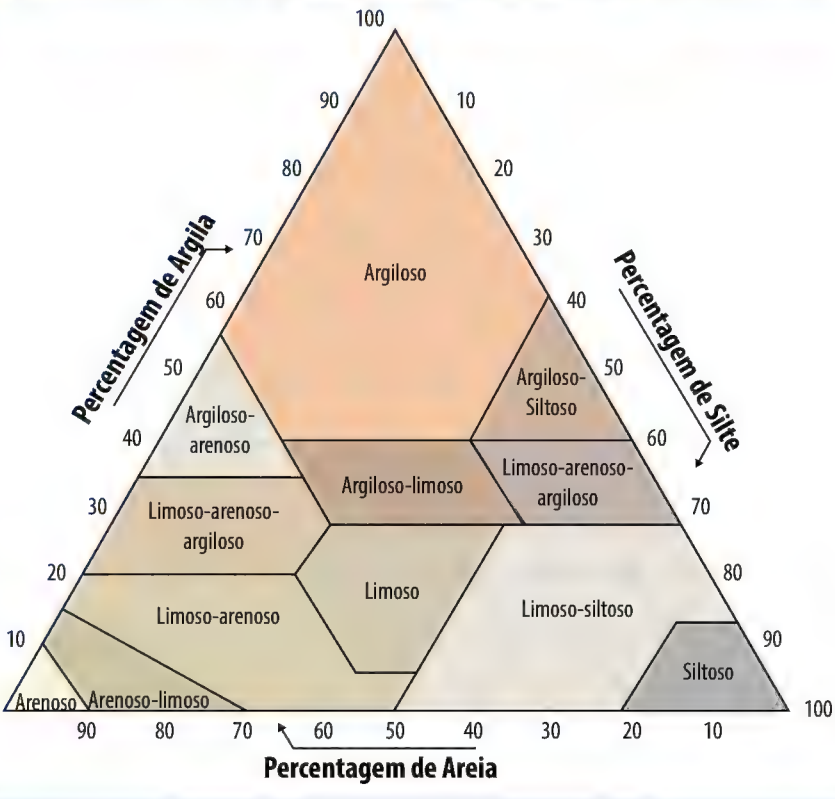
Classificação das partículas de solo segundo seus diâmetros equivalentes, conforme Norma Brasileira NBR 6502 da ABNT (1995)

Fração	Limites (mm)
Matacão	1000-200
Pedra britada	200-60
Pedregulho	60-2
Areia grossa	2,00-0,60
Areia média	0,60-0,20
Areia fina	0,20-0,06
Silte	0,06-0,002
Argila	< 0,002

Jarras com resultado da análise granulométrica de três tipos de solos



Triângulo de textura do solo em função dos percentuais de areia, silte e argila



MEDIDA DA GRANULOMETRIA DE AMOSTRAS DE SOLO
A velocidade de queda das partículas de solo ocasiona a deposição seletiva dos grãos, permitindo a classificação do solo (Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig.2.68)

siltosos e argilosos, bem como o triângulo de textura dos solos em função dos percentuais de areia, silte e argila conforme estabelecida pelas Normas (Americanas e Brasileiras).

Deve-se lembrar, entretanto, que na Sedimentologia Estratigráfica, além do caso da deposição de partículas em massas fluidas em repouso (como em regiões lagunares e lacustres), deve ser levado em conta o caso das deposições das partículas carregadas por massas fluidas em escoamento, (como, por exemplo, nas barras de meandros em rios, que é o assunto central deste artigo).

De acordo com Suguio (Tópico 1.1.3.3 - "As distribuições granulométricas e os ambientes deposicionais" de seu livro já citado, página 62),

"Udden (1914) foi o primeiro pesquisador que tentou relacionar a composição granulométrica de um sedimento com as condições hidrodinâmicas durante a deposição de sedimentos clásticos."

Para ambos os casos, na Sedimentologia é de grande importância o "Diagrama de Hjülstrom" mostrado na página seguinte, verificado experimentalmente sob condições especificadas, o qual descreve não só o comportamento da erosão, mas também o do transporte e da sedimentação de partículas carreadas por escoamentos da água, em função da velocidade do escoamento e do tamanho dos grãos expresso pelo seu diâmetro equivalente.

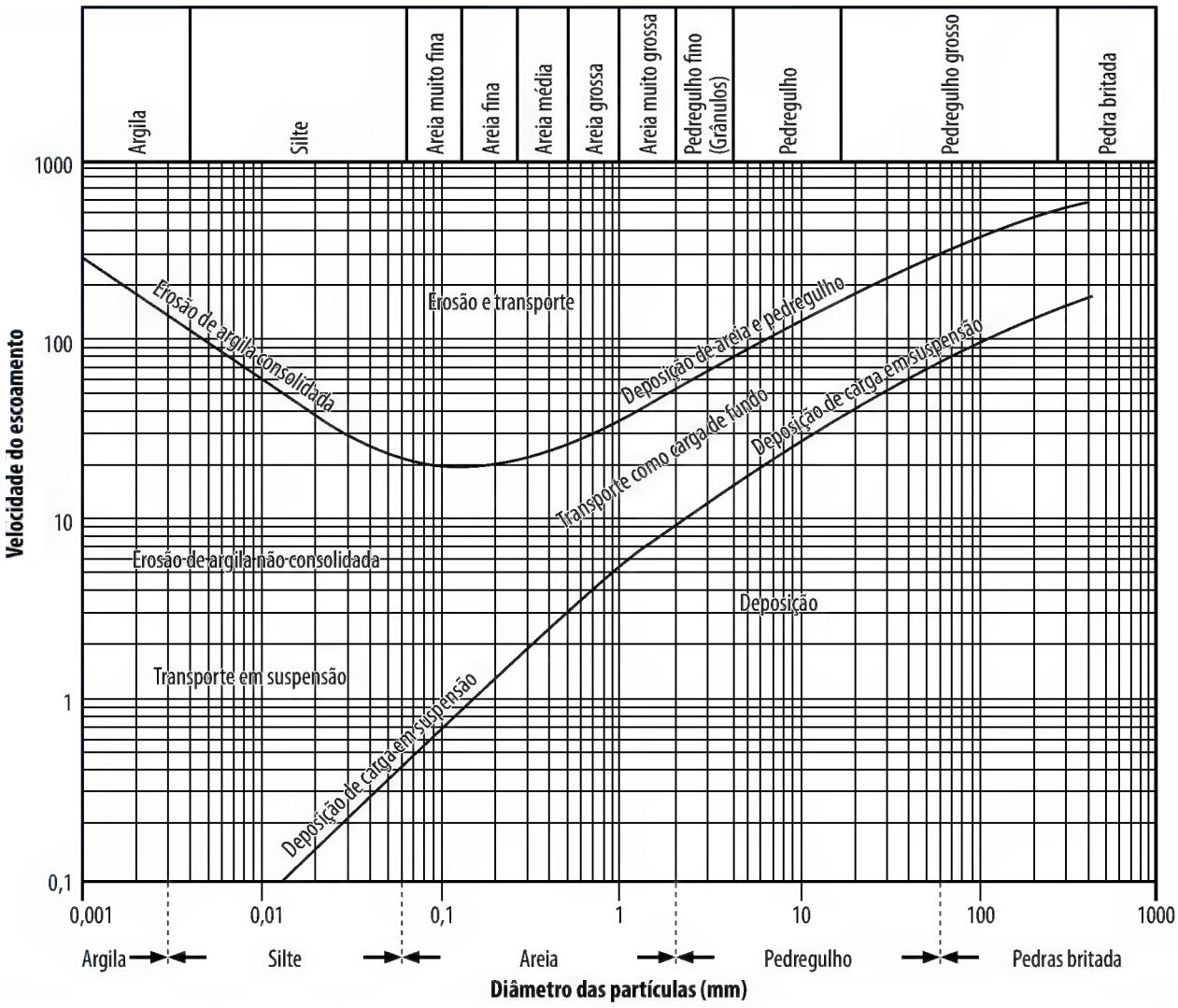


DIAGRAMA DE HJÜLSTROM
No diagrama estão representadas curvas experimentais que tentam explicar a influência da velocidade do escoamento e da dimensão dos materiais nos fenómenos de erosão, de transporte e de sedimentação.
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig. 2.69)

Ainda de acordo com Suguio, *op. cit.* p.58, no Tópico 1.1.1 de seu livro, que trata da granulometria,

"Os limites estipulados para as várias classes granulométricas são mais ou menos arbitrários mas, segundo Wentworth (1933), as principais classes granulométricas seriam intimamente correlacionadas aos comportamentos básicos durante o transporte por água corrente ou aos diferentes modos de desintegração da rocha-matriz.

Analogamente, Bagnold (1941) utilizou o comportamento hidrodinâmico na definição da areia. Segundo esse autor, a areia teria a capacidade de 'acumulação espontânea', resultante da utilização do meio de transporte na reunião de grãos espalhados, deixando parte da superfície do substrato isenta de partículas sedimentares."

E no Tópico 1.1.2 que trata das interpretações geológicas das distribuições granulométricas (p.61), afirma também Kenitiro Suguio em seu livro:

"Os diferentes pesquisadores que trataram da interpretação das distribuições granulométricas enfocaram a questão sob três ângulos distintos.

... O primeiro grupo considerou as distribuições granulométricas como um produto dos processos geradores de se-

dimentos. Nesse caso, as distribuições foram atribuídas principalmente aos materiais das áreas-fonte e aos produtos de sua desintegração.

... O segundo tipo de enfoque consistiu em relacionar as distribuições granulométricas aos processos de transporte. Dessa maneira, os mais grossos seriam produtos de transporte por tração e os mais finos por saltação e suspensão.

... O terceiro grupo, talvez mais numeroso, realizou estudos empíricos de distribuição granulométrica de sedimentos de vários ambientes deposicionais para verificar as relações entre eles."

Nos escoamentos ao longo de cursos d'água realizam-se simultaneamente os três tipos de ação geológica – erosão, transporte e deposição – embora, de uma forma seletiva, possa predominar um ou outro dos tipos.

A erosão é provocada pela remoção de partículas sólidas do leito e das margens do curso d'água devido ao cisalhamento causado pelas tensões tangenciais provocadas pela água em escoamento. A erosão pode resultar também do atrito exercido por materiais arrastados pelo escoamento que podem entrar em choque com o leito e as margens, tanto no caso newtoniano como no não-newtoniano.

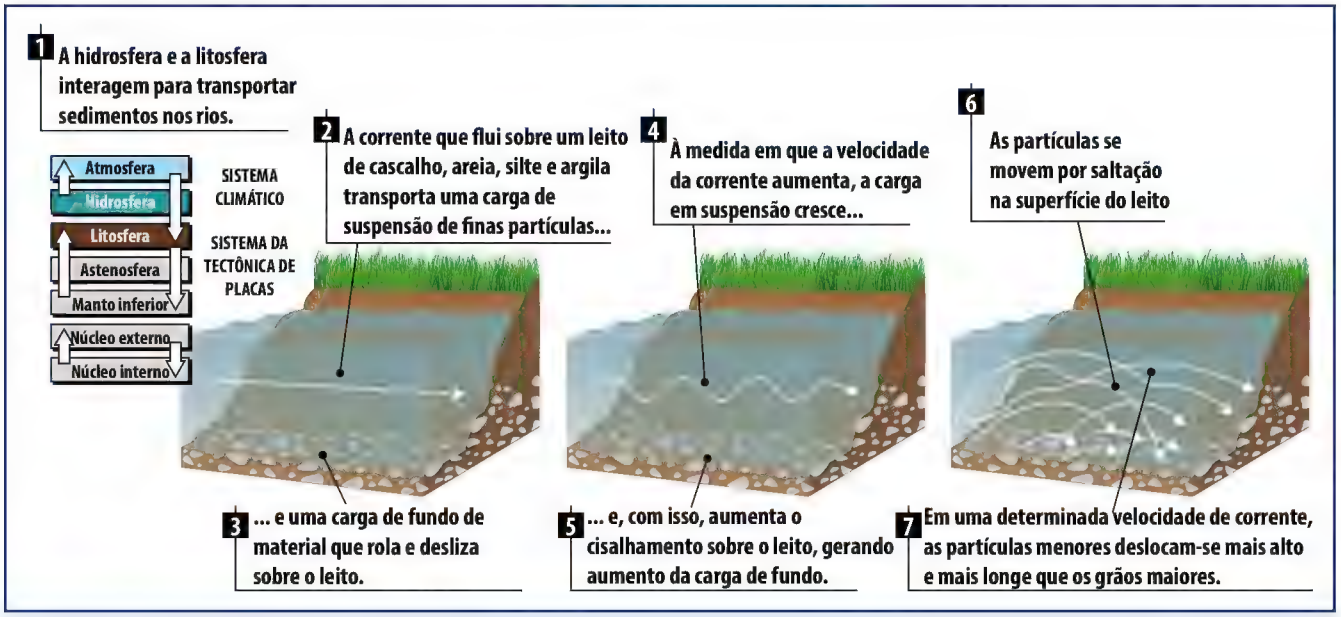
A quantidade de detritos transportados está relacionada com a velocidade do escoamento. A intensidade da erosão provocada pela carga sólida do curso d'água depende da quantidade de detritos transportados e da sua "competência", isto é, da capacidade do curso d'água para transportar carga sólida. Essa competência é definida como a velocidade crítica $\mathbf{V}_c$ do escoamento necessária para que uma partícula sólida de diâmetro máximo $\mathbf{d}_{max}$ possa ser posta em movimento no leito do curso d'água, dada pelo "Critério de Shields", uma complementação do Diagrama de Hjülstrom, expresso pela condição

$$V_c = 0{,}06\,[(\bar{\rho}-\rho)g d_{max}]^{1/2}$$

sendo $\bar{\rho}$ a densidade da partícula sólida, ρ a densidade da água, $\mathbf{g}$ a aceleração da gravidade e $\mathbf{d}_{max}$ o diâmetro equivalente máximo da partícula sólida. Deve ser lembrado que a água é tratada neste caso como fluido newtoniano.

O transporte das partículas removidas do leito e das margens (detritos) pode ser efetuado por solução ou suspensão das partículas finas a muito finas, ou por saltação, ou por tração (rolamento ou arrastamento) das partículas com dimensões maiores, como já mencionado e ilustrado na Figura apresentada no início da página 30. A velocidade do escoamento necessária para provocar a erosão de um determinado detrito é maior do que a necessária para o seu transporte, isto é, para o manter em movimento. A deposição ocorre pela acumulação dos detritos no leito e nas margens do rio.

A Figura seguinte é bastante ilustrativa dos mecanismos de transporte fluidodinâmico.



Transporte de detritos em escoamento fluvial

Um exame mais apurado do Diagrama de Hjülstrom permite tirar outras conclusões importantes sobre os fenômenos fluviais de erosão, transporte e sedimentação, dentre as quais as seguintes:

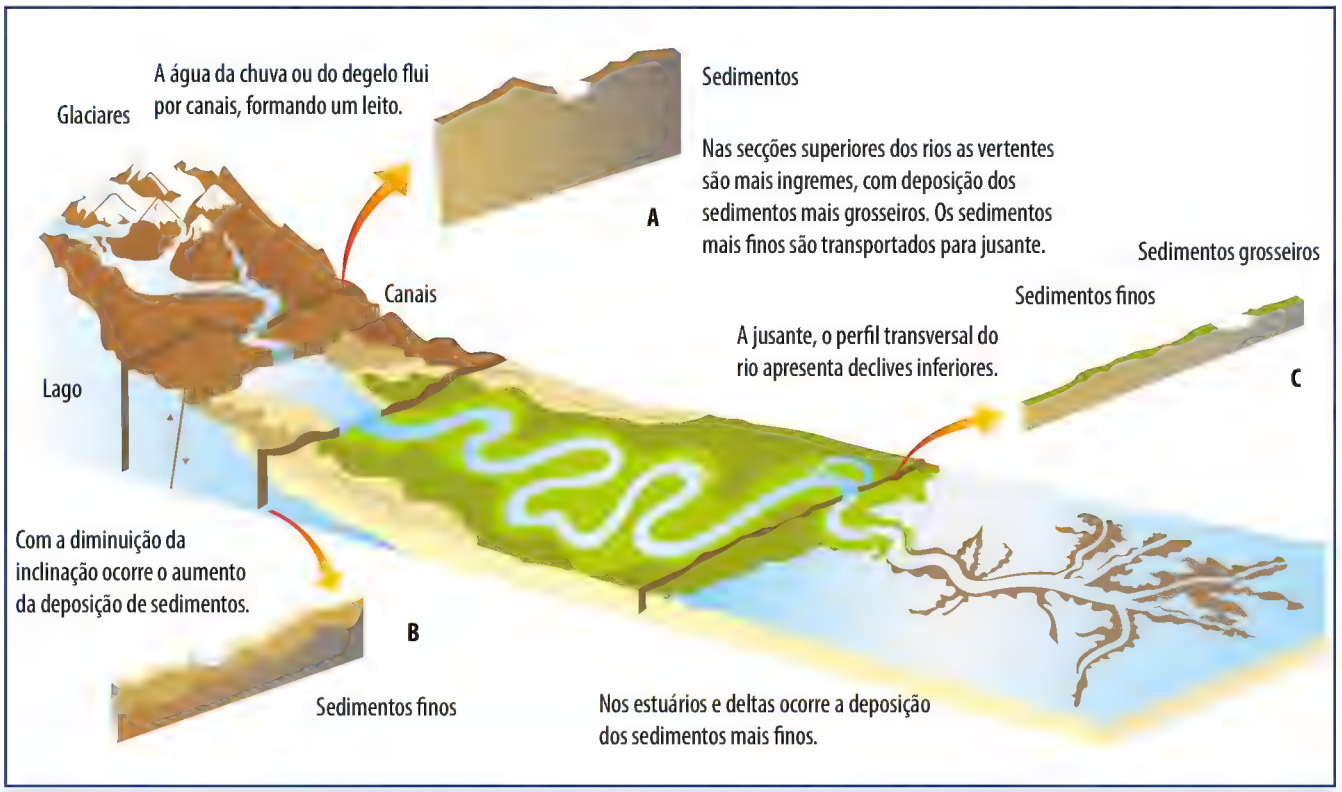
1) As partículas com dimensões inferiores a 0,01 mm (fração fina, composta de argila e silte) apresentam uma grande força eletrostática de coesão e oferecem uma considerável resistência ao atrito e, portanto, somente são erodidas com velocidades maiores, fenômeno esse conhecido como "Efeito Hjulström".
2) Devido à grande força de coesão, partículas com essas dimensões também tendem a permanecer em suspensão e não se depositam facilmente (são elas que dão aquela cor barrenta bastante usual nos rios).

Sedimentos não-coesivos (areia e pedregulho) e coesivos (argila e silte)

3) As partículas mais fáceis de serem transportadas são as que apresentam dimensões compreendidas entre 0,1 e 0,2 mm (areia fina), pois basta uma velocidade de cerca de 20 cm/s para que ocorra o transporte.
4) As partículas de areia grossa e pedregulhos resultantes de erosão são transportadas com velocidades mais elevadas e se depositam mais rapidamente.

Essas conclusões podem ser visualizadas na ilustração clássica mostrada abaixo, em que se pode visualizar a "história" de um rio em suas diferentes fases de escoamento, desde as regiões mais elevadas, com maiores velocidades, até as regiões de planície, estuários e deltas com velocidades menores.

Assim, nos escoamentos em bacias de deposição ou planícies de inundação com sistemas fluviais meandrantes, com relativamente baixas declividades, ocorre significativo aumento da



Sedimentação em Bacia Fluvial

deposição dos sedimentos mais finos carreados pelos rios, que poderão ocorrer de forma mais específica no processo de formação de meandros.

Da mesma forma, a deposição dos sedimentos em maior escala poderá dar origem posteriormente a rochas sedimentares, mediante processos diagenéticos, como mostrado na figura seguinte que ilustra a relação entre os sedimentos e as rochas sedimentares resultantes.

Principais tipos de sedimentos clásticos e rochas sedimentares formadas a partir deles

OBSERVAÇÃO IMPORTANTE

DIAGRAMA DE HJÜLSTROM

Complementando o que foi apresentado no texto, sugere-se assistir os seguintes vídeos sobre o Diagrama de Hjüstrom acessando

RC100-VÍDEO 4

RC100-VÍDEO 5

ilustrativos da influência dos regimes fluviais sobre os processos de erosão, transporte e sedimentação.

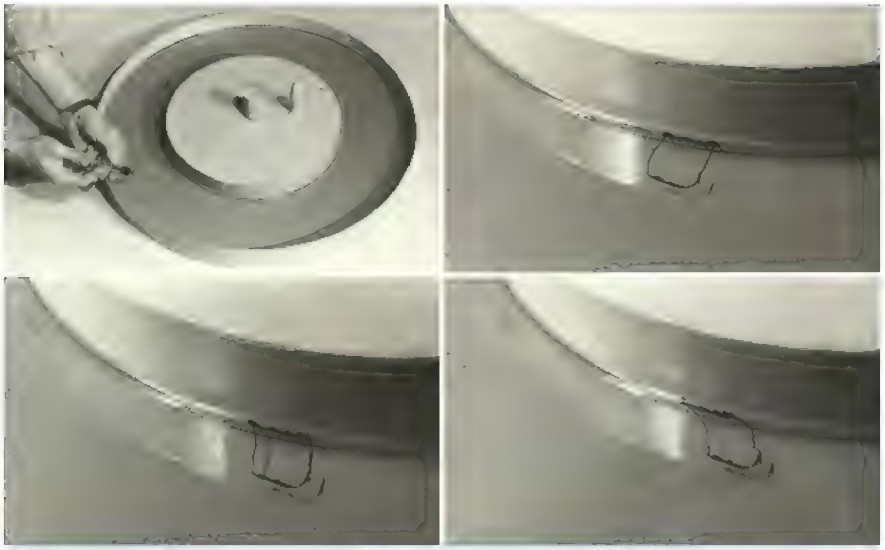
Um dos mais importantes resultados obtidos a partir da análise do Diagrama de Hjüstrom, destacado no segundo vídeo sugerido, é a explicação da formação das camadas sedimentares como resultado da variação do regime fluvial. Essa variação pode ser tanto periódica, sazonal, como atípica em função de eventos catastróficos, e implica a variação da intensidade das velocidades dos escoamentos que transportam os sedimentos e, portanto, situações diversas para os fenômenos de erosão,

EFEITOS DA NATUREZA NÃO-NEWTONIANA DOS ESCOAMENTOS FLUVIAIS

Todos os fluidos reais apresentam a particularidade de oferecer resistência à sua mudança de forma, o que resulta da sua propriedade conhecida por "viscosidade", que se relaciona com a maneira pela qual pode ocorrer a deformação angular das suas partículas em escoamento, em função das propriedades físicas e químicas inerentes à natureza do fluido.

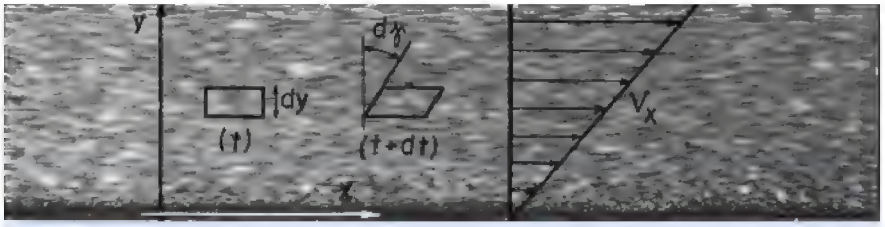
No trecho anular de uma cuba contendo glicerina cuja parte central é posta em lento movimento de rotação, pode ser visualizada a deformação angular sofrida por partículas do fluido nas fotos da página seguinte. Nesse caso, a deformação angular do

fluido (altamente viscoso) é provocada apenas nas imediações da parede externa do disco circular interno posto em movimento.



Fotografia da cuba de glicerina visualizando a deformação angular das partículas do fluido à medida em que a parede interna se desloca no sentido horário
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Cinemática, Fig. 4.2)

A Figura acima visualiza o conceito de "taxa de deformação angular", indicada por $\mathbf{d\gamma/dt}$, de grande importância para a conceituação da viscosidade do fluido em escoamento.



Indicação da deformação angular de partícula de fluido viscoso em escoamento devido ao gradiente de velocidades sobre uma placa plana horizontal
Desenhos ilustrativos traçados sobre fotografia de escoamento linear visualizado experimentalmente em cuba de pó de alumínio
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Cinemática, Fig. 4.4)

A "viscosidade" $\boldsymbol{\mu}$ de um fluido é definida como o fator de proporcionalidade entre a tensão tangencial $\boldsymbol{\tau}$ (força tangencial por unidade de área) e a taxa de deformação angular $\boldsymbol{\dot{\gamma}=d\gamma/dt}$, resultando assim a sua expressão geral como $\boldsymbol{\tau = \mu\dot{\gamma}}$. A viscosidade $\boldsymbol{\mu}$ de maneira geral é função da natureza do fluido, da temperatura, da pressão, e também da própria taxa de deformação angular $\boldsymbol{\dot{\gamma}}$.

Para escoamento de fluidos em que a viscosidade não dependa da deformação angular, como a água, por exemplo, a relação entre a força tangencial por unidade de área e a deformação angular será dada pela chamada "Lei de Newton" $\boldsymbol{\tau = \mu\dot{\gamma}}$ com $\boldsymbol{\mu}$ independente da taxa de deformação angular $\boldsymbol{\dot{\gamma}}$, e esses fluidos recebem o nome de "fluidos newtonianos".

Os fluidos ar e água, juntamente com grande número de outros fluidos usuais nas aplicações da Engenharia e da Geologia, nas condições usuais em que se dá o seu escoamento, podem ser considerados como apresentando viscosidade independente de $\boldsymbol{\dot{\gamma}}$, sendo, portanto, "newtonianos".

Por outro lado, fluidos que apresentem viscosidade que seja função da taxa de deformação angular $\boldsymbol{\dot{\gamma}}$ são chamados de "não-newtonianos". Grande número de fluidos usuais em aplicações da Engenharia Química, e mesmo alguns em Engenharia Hidráulica e na Sedimentologia, são não-newtonianos. A variação de sua viscosidade em função da taxa de deformação angular ocorre de diversas maneiras, podendo também depender da natureza das superfícies sólidas em contato com o escoamento, e até mesmo da história prévia do escoamento.

De maneira geral, os fluidos não-newtonianos podem ser classificados em três grandes grupos. O primeiro engloba os fluidos em que a taxa $\boldsymbol{\dot{\gamma}}$ é função somente da tensão $\boldsymbol{\tau}$. O segundo engloba os fluidos em que a relação entre $\boldsymbol{\dot{\gamma}}$ e $\boldsymbol{\tau}$ depende somente da história prévia do escoamento. O terceiro grupo engloba os fluidos que apresentam características simultaneamente de fluidos newtonianos e de sólidos.

- Os fluidos do **primeiro grupo** apresentam uma "viscosidade aparente" com significado análogo ao da viscosidade propriamente dita, sob o ponto de vista do seu comportamento nos escoamentos, e em geral são chamados de "fluidos não-newtonianos viscosos". Por essa razão é possível um tratamento geral para os fluidos newtonianos e para os fluidos não-newtonianos deste primeiro grupo (também chamados de "fluidos não-newtonianos com viscosida-

de independente do tempo"), dentre os quais os seguintes.

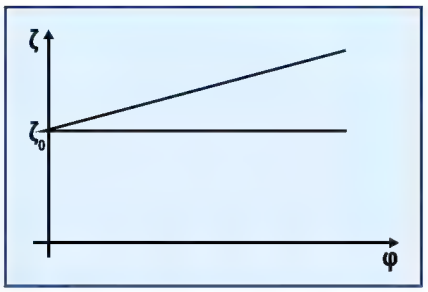
Plásticos de Bingham

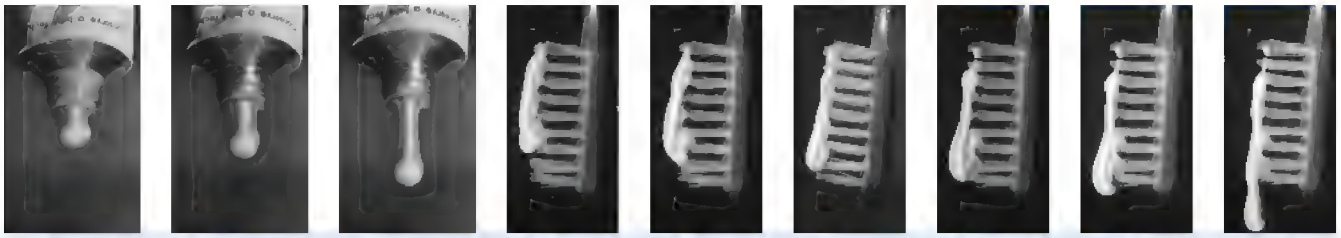
Fluidos tais como pastas dentifrícias, cosméticos e outras pastas em geral, tintas a óleo, lamas em geral e em particular lama de esgotos, lama de perfuração de poços, etc., constituem os chamados "**Plásticos de Bingham**", cuja característica é apresentar uma relação $\tau=\tau(\dot{\gamma})$ linear, com uma "tensão de escoamento" τ_e, que deve ser atingida para o início do escoamento.

Analiticamente ter-se-ia

$$\tau-\tau_e=\mu_0\dot{\gamma}$$

com $\tau>\tau_e$, sendo a constante μ_0 a "viscosidade plástica" do fluido, conforme ilustrado na Figura abaixo.



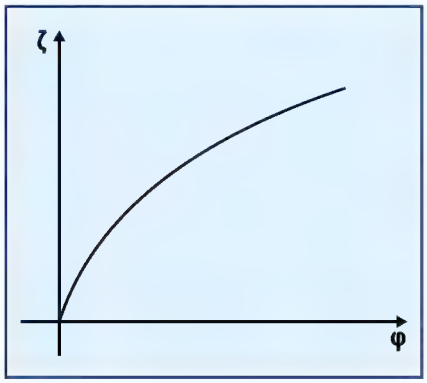


Observa-se que o escoamento ocorre somente após a atuação de uma "tensão de escoamento"
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig. 2.12)

Deve ser destacado que a tensão de escoamento τ_e é relevante para a distinção entre o comportamento do fluido como um material sólido ou como um fluido propriamente dito. São as tensões tangenciais que mantêm a coesão entre as partículas do material proporcionano seu comportamento como sólido.

Pseudoplásticos

Outros fluidos, tais como pastas de derivados de celulose, soluções de polímeros elevados e suspensões de partículas assimétricas (incluindo esmaltes, xaropes, melaço, sangue, suspensões de polpa de papel ou de areia em água, alguns óleos de silicone) não apresentam tensão de escoamento τ_e e têm como característica valores decrescentes para a relação $\tau/\dot{\gamma}$ em função da variação de $\dot{\gamma}$. Analiticamente, para eles, a função $\tau=\tau(\dot{\gamma})$ pode ser expressa como $\tau = k\,\dot{\gamma}^n$ com $n<1$ e k constantes que dependem da natureza do fluido, conforme ilustrado na Figura abaixo.

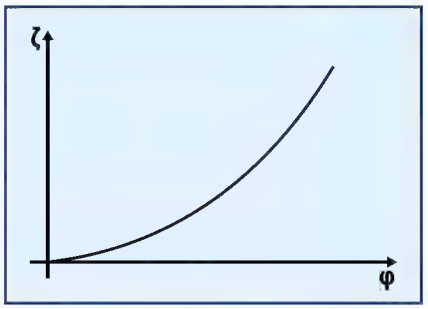


Pode ser definido como "viscosidade aparente" μ_0 desses fluidos o quociente $\mu_0 = \tau/\dot{\gamma} = k\,\dot{\gamma}^{n-1}$ onde a constante k é uma medida da consistência do fluido, de tal modo que, quanto maior o seu valor, tanto mais viscoso é o fluido. A constante n é indicativa do grau de afastamento do comportamento do fluido pseudoplástico relativamente ao do fluido newtoniano.

Observa-se que existem também os "**Pseudoplásticos de Bingham**", caracterizados pela existência de uma "tensão de escoamento" τ_e, descritos pela expressão $\tau - \tau_e = \mu_0\, k\,\dot{\gamma}^n$.

Dilatantes

Analogamente aos fluidos pseudoplásticos, outros fluidos existem que não apresentam tensão de escoamento e têm como característica valores crescentes da relação $\tau/\dot{\gamma}$ em função de $\dot{\gamma}$, de tal modo que analiticamente a função $\tau=\tau(\dot{\gamma})$ é expressa pela relação $\tau = k\,\dot{\gamma}^n$ com $n>1$ e k constantes que dependem da natureza do fluido, conforme indicado na Figura abaixo. Para tais fluidos, bastan-



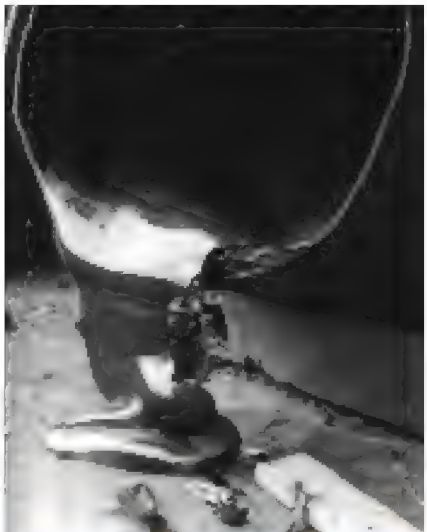
te menos comuns que os fluidos pseudoplásticos, valem as mesmas observações anteriormente feitas quanto à sua viscosidade aparente.

- Os fluidos não-newtonianos do **segundo grupo** mencionado não podem ser descritos por uma expressão analítica simples ligando entre si τ e $\dot{\gamma}$. A viscosidade aparente dos fluidos deste grupo depende não somente de $\dot{\gamma}$ como também do tempo durante o qual τ permanece aplicado. No caso em que a viscosidade aparente aumenta com a aplicação de tensões, esses fluidos recebem a denominação de "**Reopécticos**" (como tinta de impressão, pasta de gesso), e quando a viscosidade aparente diminui, são denominados "**Tixotrópicos**" como, por exemplo, argilas do tipo da bentonita e da montmorilonita, algumas tintas, gelatinas, pectina, alguns géis e suspensões coloidais.

Modelagem de vaso de argila, possível devido ao seu comportamento tixotrópico e reopéctico
É interessante destacar essa propriedade da argila em conexão com
a formação e preservação de pegadas de animais em camadas sedimentares
(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig.2.8)

- Como exemplo de fluidos do **terceiro grupo**, denominados "**Viscoelásticos**", tem-se o piche, que apresenta certo comportamento elástico, como sólido, apesar de poder também ser considerado como um fluido newtoniano bastante viscoso.

O piche apresenta características de fluido viscoelástico à temperatura ambiente



Uma batida rápida ocasiona a sua ruptura, evidenciando também suas características de sólido.

(Atlas de Mecânica dos Fluidos, Módulo Dinâmica, Fig. 2.9)

O tratamento analítico do comportamento dos fluidos não-newtonianos dos dois últimos grupos (Reopécticos, Tixotrópicos e Viscoelásticos) é bastante trabalhoso, e constitui um capítulo especial da Mecânica dos Fluidos — a "Reologia".

Em face dessas poucas considerações, podemos concluir que certamente não poderão ser tratados como sendo newtonianos os escoamentos fluviais em que as águas levem consigo argila, lama em geral, fragmentos de rocha encontrados nos conglomerados (incluindo areia), e detritos orgânicos.

Muita cautela deve ser tomada, então, no tratamento analítico a ser dado para o estudo hidrodinâmico desses fluidos em escoamento e também nas aplicações práticas que envolvam suas propriedades viscoelásticas, tixotrópicas e reopécticas.

Esta observação deve sempre ser tida em mente nos casos desses escoamentos fluviais não newtonianos, especialmente ao se estudar a sedimentação fluvial com características tixotrópicas e viscoelásticas que se observam, por exemplo, no processo de formação de depósitos fluviais, lacustres e deltaicos de diversos tipos.

Da mesma forma, a observação feita acima não deve ser esquecida no caso dos escoamentos resultantes da "liquefação do solo", como os que ocorrem em condições adversas como no caso das "areias movediças" ou em encostas encharcadas que podem induzir a liquefação e o início do processo de deslizamento, ou até mesmo no caso de pequenos sismos ou trepidações que possam provocar a liquefação do material poroso de barragens de terra.

De fato, como exemplo no caso de escoamentos fluviais, em recente artigo sobre sedimentação na "Formação Tapeats" do Grand Canyon, denominado "A Hydrodinamic Interpretation of the Tapeats Sandstone" (*CRS Quarterly* vol. 48, n. 4, 2012), W. R, Barnhart ressalta" que, ao contrário do que tem sido entendido, essa formação não se originou como "deposição de areia grossa litorânea ou deltaica em uma fase inicial de transgressão marinha sobre uma superfície epicratônica com cobertura vegetal altamente erodida e previamente sujeita a intemperismo", mas sim como resultado de duas formas de intensos escoamentos fluviais:

"1) Escoamentos torrenciais hiperconcentrados, com altas velocidades, que depositaram camadas laminares hiperconcentradas, e

2) Escoamentos turbulentos com detritos arenosos de alta densidade."

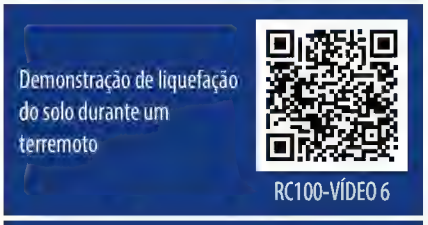
A primeira forma, segundo o autor, foi predominante, tendo sido interrompida ocasionalmente pela segunda. Ambas refletem deposições extremamente rápidas ocorridas por escoamentos reologicamente pseudoplásticos e não newtonianos.

Essas observações são de importância porque, como o mesmo autor mencionou em seguida, a maior parte da literatura sobre formações sedimentares parte da hipótese de que as camadas sedimentares são formadas pela deposição "de grão a grão" em escoamentos newtonianos de água, enquanto tem-se verificado que a adição de somente 2% de argila coloidal aumenta significativamente a viscosidade do escoamento.

Além do mais, a ênfase do autor é dada com relação à possibilidade destacada por G. A. Smith, em seu artigo "Coarse-grained nonmarine volcanoclastic sediments: terminology and depositional process" (*GSA Bulletin* 97:1-10), no qual são descritos escoamentos hiperconcentrados de sedimentos em enchentes, nos quais grandes concentrações de sedimentos ocasionam deposições "em massa". Esses escoamentos hiperconcentrados podem conter de 40% a 80% de sólidos em volume (cerca de 22% a 62% em peso).

No caso da liquefação do solo, além do processo de natureza mais estática que corresponde à formação das "areias movediças", destaca-se o processo de transição ou instabilidade que ocorre ao serem atingidas condições críticas que transformam o comportamento elástico dos solos em comportamento como o de fluidos não-newtonianos viscoelásticos ou mesmo tixotrópicos ou reopécticos. Nesse último caso, observa-se fenômeno inverso ao da deposição, pois o que já havia sido depositado por um escoamento fluido e posteriormente ter-se solidificado passa a se fluidificar e ser levado por escoamentos torrenciais, caso em que, após essa ocorrência, pode acontecer novo processo de deposição do material levado de roldão.

Duas interessantes visualizações desse fenômeno da liquefação podem ser observadas nos vídeos que podem ser acessados em



Exemplo recente (janeiro de 2019) de escoamento tixotrópico foi observado na trágica onda avassaladora que resultou da liquefação da barragem de contenção de Brumadinho, fartamente divulgada pelos meios de comunicação.

Recomenda-se assistir o impressionante vídeo sobre o rompimento da barragem de Brumadinho acessando

Momento da liquefação da barragem de contenção de Brumadinho

e também acessar o "Relatório do Painel de Especialistas sobre as Causas Técnicas do Rompimento da Barragem" constante da Bibliografia citada no final deste artigo.

FORMAÇÃO DE MEANDROS E SEDIMENTAÇÃO FLUVIAL

Abordagem hidrodinâmica

No estudo dos escoamentos de fluidos newtonianos é bastante conhecida a "Equação de Bernoulli" aplicada a escoamentos em dutos e também com superfície livre, válida dentro de condições de regime permanente, incompressibilidade e ausência de perdas devidas ao efeito da rotacionalidade.

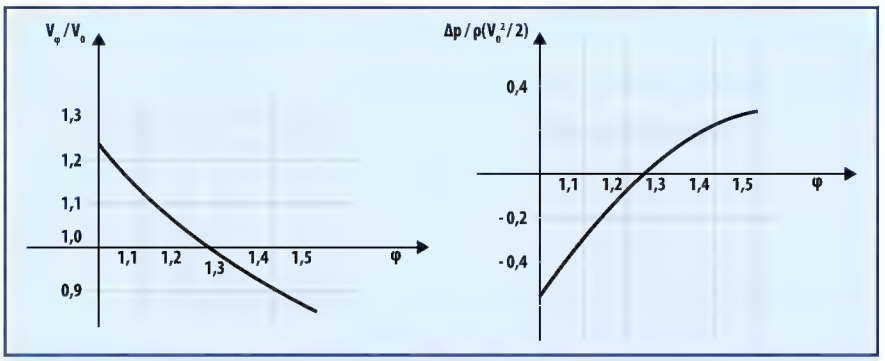
Essa equação é obtida a partir da chamada "Equação de Euler" mediante sua integração ao longo das linhas de corrente do escoamento, levando à expressão $\mathbf{p+\rho gz+(\rho/2)V^2 = constante}$, que nada mais é do que o Princípio da Conservação da Energia para esse caso.

De maneira similar, a integração da Equação de Euler na direção normal às linhas de corrente do escoamento leva à expressão $\mathbf{p + \rho gz = \rho(V^2/R)}$, sendo (como no caso anterior) **p** a pressão estática, **ρ** a densidade do fluido, **g** a aceleração da gravidade, **z** a cota a partir de um nível de referência arbitrariamente fixado, **V** a velocidade do escoamento no ponto considerado sobre a linha de corrente, e **R** o raio de curvatura da linha de corrente no mesmo ponto.

Em uma linha de corrente curva em um escoamento bidimensional, a distribuição das velocidades é dada pela expressão $\mathbf{VR = constante}$, resultando então que a distribuição das pressões será dada por

$$\Delta p = (p - p_0) / [(\rho/2)V_0^2] = 1 - (V_\varphi/V_0)^2$$

sendo V_0 a velocidade média na secção da curva que esteja sendo considerada, como mostrado abaixo para um exemplo numérico.



Distribuição das velocidades e das pressões no escoamento através de uma curvatura bidimensional

Ilustra-se nas duas primeiras figuras da página seguinte o aspecto das linhas de corrente do escoamento newtoniano bidimensional

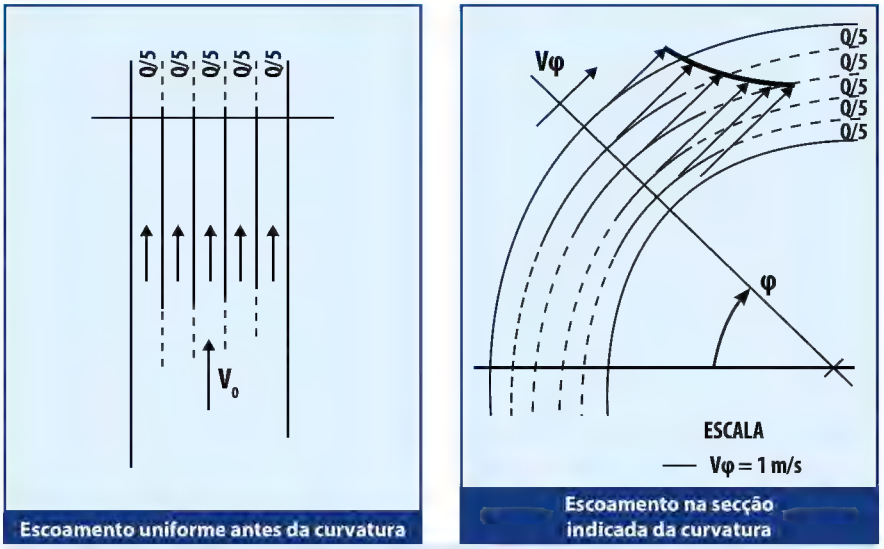
irrotacional, devendo ser lembrado que nos escoamentos reais (especialmente de fluidos não-newtonianos) existem numerosos efeitos secundários que afetam essas distribuições de velocidades, pressões e linhas de corrente.

A formação de escoamentos secundários de fluidos reais, rotacionais de fluidos newtonianos, em regime permanente, em curvas ou cotovelos é ilustrada nas quatro figuras seguintes, à direita.

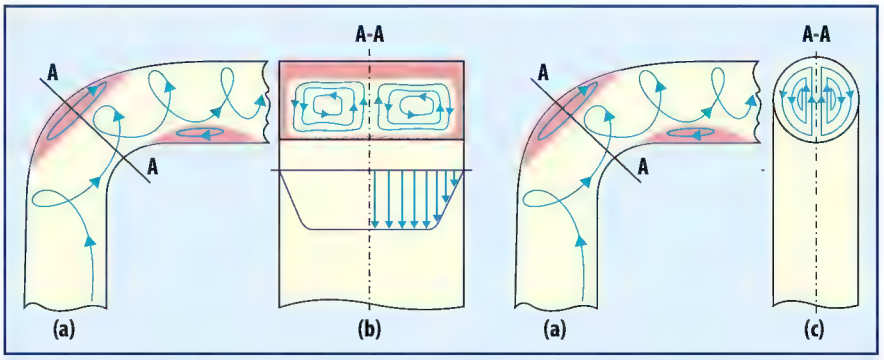
Em casos de escoamentos reais, rotacionais, em regime permanente ou não, e em fluidos newtonianos ou não, como no processo de formação de meandros no caso dos escoamentos fluviais (com superfície livre) que provocam erosões e sedimentações, os escoamentos secundários são ilustrados nas Figuras ao lado.

Fica claro, do que foi exposto, que a formação de meandros fluviais é o resultado da ocorrência de escoamentos secundários nos trechos curvilíneos dos rios, que ocasionam um processo de erosão e deposição de sedimentos respectivamente na margem externa e na margem interna do escoamento curvilíneo, formando nesta última as chamadas "barras de meandro".

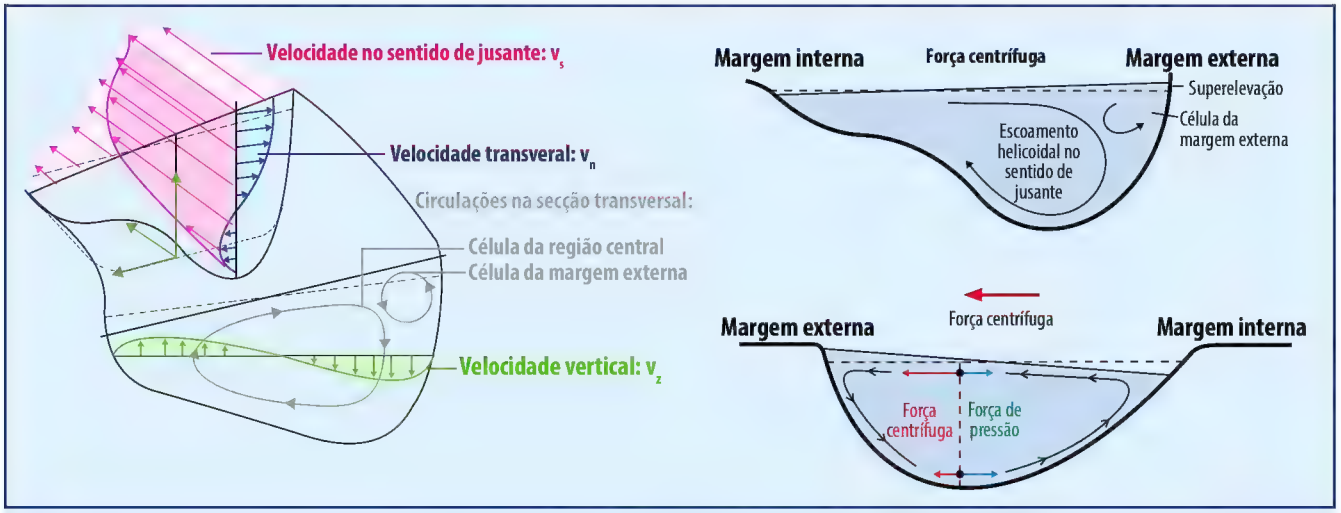
Nesses processos hidrodinâmicos de grande intensidade que ocorram ao longo do tempo repetidamente em função do regime de cheias dos rios, com escoamentos não-newtonianos, podem ser formadas anualmente extensas barras de meandro com camadas sedimentares que se so-



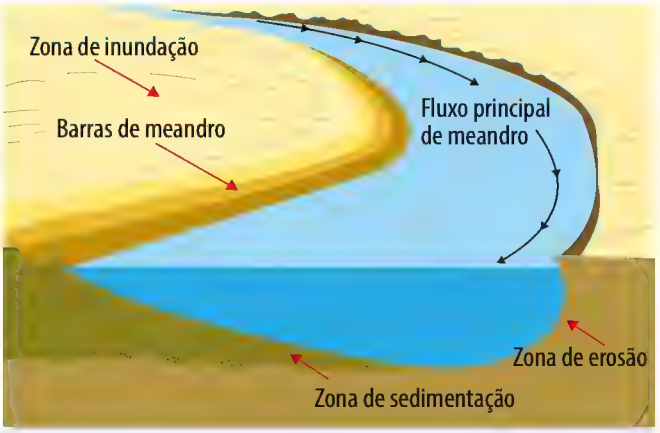
Linhas de corrente e perfil de velocidades no escoamento irrotacional
(Atlas, Módulo Dinâmica)



Visualização das distribuições de velocidades em trecho de escoamento curvilíneo em dutos com secção retangular e circular



Visualização da distribuição de velocidades em trecho de escoamento curvilíneo com superfície livre



Esquemas ilustrativos da hidrodinâmica da formação sucessiva de meandros e barras de meandros
(Figuras do Exercício 2 do Tópico 4.2 do Módulo Dinâmica e Figura 4.16 no Tópico 4.3 do Módulo Cinemática do Atlas de Mecânica dos Fluidos)

breponham repetidamente, com numerosas subcamadas formadas durante episódios correspondentes a cada um dos vários períodos da época das cheias anuais.

Abordagem geológica sedimentar

Na Geologia Sedimentar, esses leitos são denominados "barras de meandro" e considerações a seu respeito são descritas e transcritas a seguir tendo como fonte a Referência encontrada na publicação "Estratigrafia Sequencial, nos tópicos Barra de Meandro (Fóssil) e (Modelo Geológico)", que pode ser acessada no Arquivo 4:

A exposição feita é de caráter geral e leva em conta, além dos fenômenos fluviais propriamente ditos, também efeitos eventuais de transgressões e regressões marinhas no caso de meandros em planícies aluviais costeiras.

"As barras de meandro são caracterizadas na Estratigrafia por acumulação de argila, silte, areia fina, areia grossa ou cascalho que se depositam em água com pouca energia e sem competência de transporte, quer dentro do leito de um rio turbilhonante, quer na parte convexa de um meandro e que, mais tarde, podem ser fossilizados, lateralmente, por tampões argilosos e, verticalmente, por sedimentos marinhos transgressivos

As desconformidades que separam os tampões argilosos, depositados durante os períodos de abandono do meandro (lagos de meandro) não correspondem a discordâncias (superfícies de erosão), uma vez que na evolução de um meandro há, ao mesmo tempo, erosão e deposição.

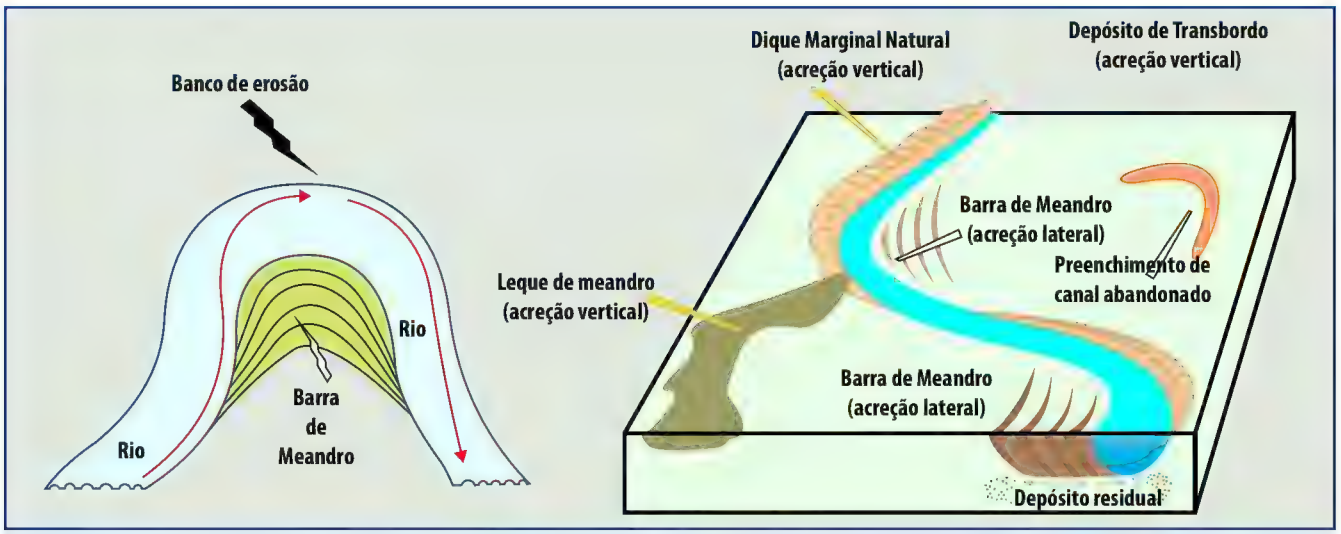
... O modelo mais provável de formação de barras de meandro está resumido no esquema indicado abaixo, com a conjectura básica de que um escoamento ou um rio meandriforme representa um equilíbrio entre:

(i) Os efeitos da fricção e a inércia do escoamento da água e

(ii) A tendência natural que a água tem a seguir o trajeto mais curto e de maior declive.

Nas regiões pouco ricas em sedimentos, os rios têm tendência a formar canais semicirculares nos quais o fluxo mais rápido se localiza na parte central como se o canal fosse retilíneo.

Lagos de meandro
(Fotografia aérea ilustrativa)



Esquema da formação de Barras de Meandro

Quando o canal é curvo, como acontece a maior parte das vezes, a inércia empurra a zona de escoamento mais rápido contra o banco côncavo, o qual é erodido criando um banco de erosão. Ao contrário, junto do banco convexo do meandro, como o escoamento da água é fraco (água frouxa), uma parte dos sedimentos transportados deposita-se formando uma barra de meandro.

A erosão no banco côncavo e a deposição no banco convexo obriga o leito do rio (canal) a migrar em direção do banco côncavo até que se forme um atalho de meandro, isto é, uma passagem direta da corrente entre dois bancos côncavos consecutivos, o que isola a barra de meandro, entre os dois

Meandro atual e meandro fóssil

Detalhes do meandro fóssil

bancos côncavos, e forma um lago de meandro na parte do canal abandonado.

Geralmente, um atalho de meandro ocorre durante um período de cheia do rio, no decurso da qual o escoamento principal é desviado para a zona depressiva entre as barras de meandro, uma vez que a água tem a tendência natural de seguir o trajeto mais curto e de maior declive (Lei de Fermat-Maupertius ou princípio da ação mínima e lei de Snell ou princípio de tempo mínimo).

Com o tempo, uma barra de meandro é fossilizada lateralmente, pelos sedimentos argilosos depositados no lago de meandro, quando então o canal é abandonado definitivamente (atalho definitivo), ou por uma alternância de argila e areia, quando o canal é abandonado de maneira intermitente (atalho intermitente). Este mecanismo é válido não só para os meandro de planície aluvial, mas também para os meandros de vale.

Nos depósitos não marinhos e, particularmente, nos ambientes fluviais, como ilustrado na barra de meandro fóssil (mostrada abaixo), os biséis de progradação são muito característicos. Os estratos inclinados da barra de meandro terminam, na base, isto é, contra a superfície de incisão fluvial (não visível nas fotografias acima) por biséis de progradação.

A descontinuidade, sublinhada pela linha vermelha ondulada (na fotografia acima), não é uma discordância em termos de análise sequencial, o que quer dizer, que, provavelmente, ela não foi induzida por uma descida significativa do nível do mar relativo (resultado da ação combinada do nível do mar absoluto ou eustático, o qual é global e referenciado ao centro da Terra, e da tectónica) que produziu uma superfície regional de erosão. O mais provável é que esta descontinuidade tenha sido criada por um atalho de meandro, que individualizou um lago de meandro, o qual, mais tarde, foi fossilizado por preenchimentos argilosos (tampões argilosos). Os sedimentos argilosos basais, que preenchem o antigo lago de meandro e que formam o primeiro tampão argiloso, repousam por biséis de agradação contra a descontinuidade que limita a parte externa da barra de meandro.

Como neste tipo de ambiente sedimentar, onde erosão e deposição são, quase sempre, síncronas, o termo discordância não pode ser utilizado como ele o é, geralmente, na análise sequencial. Na estratigrafia sequencial, uma discordância corresponde a uma superfície de erosão induzida por uma descida do nível do mar relativa (nível do mar referenciado a um ponto local, que pode ser o topo da crosta continental ou o fundo do mar), que desloca para jusante os biséis de agradação costeiros exumando, total ou parcialmente, a plataforma continental (se ela existir, uma vez que dentro de um ciclo sequência, a bacia pode não ter plataforma continental).

A superfície de erosão, que caracteriza uma discordância é, mais tarde, fossilizada pelos biséis de agradação marinhos e costeiros dos sedimentos sobrejacentes. Todavia, nas linhas sísmicas, estes biséis só são evidentes nos preenchimentos dos canhões submarinos, perto do rebordo da bacia e nos preenchimentos dos vales cavados (os biséis de agradação não marinhos são, raramente, visíveis nos dados sísmicos). O ambiente sedimentar onde se depositam as barras de meandro é localizado a montante dos biséis de agradação costeiros, o que quer isto dizer que, à superfície de incisão do rio, quer ela seja original ou reativada (ruptura do perfil de equilíbrio provisório) pode, eventualmente, correlacionar lateralmente com um superfície de erosão (discordância). Todavia em Geologia, como em todas as ciências, uma correlação pode não ser uma relação de causa a efeito.

Os sedimentos que preenchem a incisão fluvial, onde várias descontinuidades são sempre visíveis, estão associados mais com as variações laterais da velocidade de escoamento do rio do que com as variações do nível do mar relativo. As barras de meandro encontram-se nos dois tipos principais de meandros:

(i) Meandros livres ou divagantes, que têm a sua origem na dinâmica dos próprios cursos de água, quando as sinuosidades são independentes do traçado do vale e

(ii) *Meandros encaixados ou de vale, que tem as suas curvas coincidentes com o traçado topográfico do vale.*

O termo 'vale' corresponde aqui à depressão da superfície terrestre, alongada, relativamente estreita e inclinada, que pode ser ou não ocupada por um curso de água ao longo do qual se podem diferenciar:

a) *A cabeceira (borda superior);*

b) *A desembocadura (borda inferior);*

c) *Os flancos ou ladeiras (os lados) e*

d) *O talvegue, que corresponde, praticamente à parte mais profunda do leito da corrente."*

Certamente a abordagem hidrodinâmica da formação de meandros e da sedimentação fluvial complementa bastante bem e enriquece essa abordagem geológica sedimentar, abrindo maior horizonte para a compreensão do fenômeno da formação de meandros. Ambas fornecem importantes subsídios para a aplicação final visada por este artigo, nas considerações seguintes.

HIDROGRAMAS, BACIAS DE ACUMULAÇÃO E PLANÍCIES DE INUNDAÇÃO

Ao ser apresentada uma visão geopaleontológica da Bacia do Rio do Peixe, ficou bem destacado que, "ao longo das bordas falhadas da bacia, a deposição consistia de leques aluviais, modificando-se distalmente para sistemas aluviais entrelaçados" e que, "na região central dessas bacias estabeleceu-se um sistema fluvial meandrante com uma ampla planície de inundação, onde ocorriam lagos perenes e temporários".

Em seguida, foram dadas informações sobre os processos de hidro-abrasão, incluindo considerações sobre a relação entre a intensidade dos processos e o tempo para a ocorrência de seus efeitos. Em continuação, foram dadas informações sobre os processos de sedimentação em geral e a interação dinâmica entre os processos de erosão, transporte e sedimentação nos escoamentos fluviais, ressaltando-se a importância do Diagrama de Hjülstrom para a compreensão dos processos. Ficou claro que o processo de sedimentação fluvial é dinâmico e que as camadas sedimentares resultantes desse processo formam-se sincronicamente. Logo em seguida, foram feitas observações sobre a natureza dos fluidos reais, particularmente sobre os fluidos não-newtonianos, que abrangem grande gama de tipos que podem corresponder a misturas de água com partículas sólidas de diferentes dimensões, formatos e propriedades físicas, como acontece em águas pluviais que carreiam lama e detritos de naturezas mais variáveis possíveis.

Abordou-se, então, a hidrodinâmica da formação de meandros e agora será mostrado como se comportam os escoamentos hídricos em regime variável com superfície livre, no caso de bacias de acumulação, em conexão com a sedimentação que pode ocorrer em lagos de meandro formados nas partes do leito fluvial meandrante abandonado.

Bacias de acumulação podem ser formadas quer em obras de contenção de enchentes em centros urbanos densamente povoados, quer em depressões geográficas em que pode haver condições de retenção de águas pluviais que carreiam os mais variados tipos de depósitos aluviais, dando origem a vários ambientes de sedimentação como, por exemplo, fluviais e lacustres (incluindo planícies aluviais ou planícies de inundação de várzeas), lagunares, estuarinos e deltaicos.

No Tópico "Fácies de Vales Fluviais" de seu livro "Geologia Sedimentar", Kenitiro Suguio (*Op. cit.*, pp. 233 e seguintes) apresenta importantes informações sobre depósitos aluviais, mostrando a sua classificação aceita modernamente em três grupos principais:

- *"Depósitos de canal*, formados pela atividade do canal, *incluindo os depósitos residuais de canal, de barras de meandros, de barras de canais e de preenchimento de canal*;
- *Depósitos marginais*, originados nas margens de canais, durante as enchentes, incluindo os *depósitos de diques marginais* (ou naturais) e *de rompimento de diques marginais*;
- *Depósitos de planícies de inundação*, essencialmente compostos por sedimentos finos depositados durante as grandes enchentes, quando as águas ultrapassam e/ou rompem os diques naturais,

correspondendo aos *depósitos de planícies de inundação* e aos *paludiais* (ou palustres)."

Considerando a finalidade deste do artigo, serão levados em conta aqui apenas os depósitos de planícies de inundação, em conexão com a interpretação hidrodinâmica dos icnofósseis que é o objetivo que se tem em vista.

Assim, para melhor compreender o papel moderador que as planícies de inundação exercem na hidrodinâmica fluvial, com a consequente forma de deposição do material carregado pelos rios, será feita a seguir uma breve análise hidrológica (usual na Hidráulica Fluvial) do balanço das vazões envolvidas no processo dos escoamentos que podem ocorrer durante períodos de enchentes e vazantes fluviais.

Então, chamando de $\mathbf{Q_1}$ a vazão afluente (que alimenta o reservatório de acumulação ou a bacia fluvial), variável em função do tempo, e de $\mathbf{Q_2}$ a vazão efluente (que é descarregada do reservatório ou bacia), também variável em função do tempo, o volume armazenado (dado pela expressão **dvol/dh**) com a variação de **h** (altura do nível da água acima da crista da barragem do reservatório), também variável em função do tempo, tem-se pela Equação da Continuidade da Hidrodinâmica a condição

$$Q_1 - Q_2 = (dvol/dh)$$

com todas as suas grandezas envolvidas sendo variáveis em função do tempo.

Todas essas variações em função do tempo ocorrem dependendo não somente da variação da vazão afluente Q_1 mas também das características fisiográficas da região inundada, que influem no valor da variação de **h** em função do volume armazenado (ou seja, de **dvol/dh**) e dependendo também da maneira pela qual varia a altura da lâmina d'água **h** em função da vazão efluente Q_2 (ou seja, de $\mathbf{dh/dQ_2}$) na crista de um dique natural ou de um vertedor.

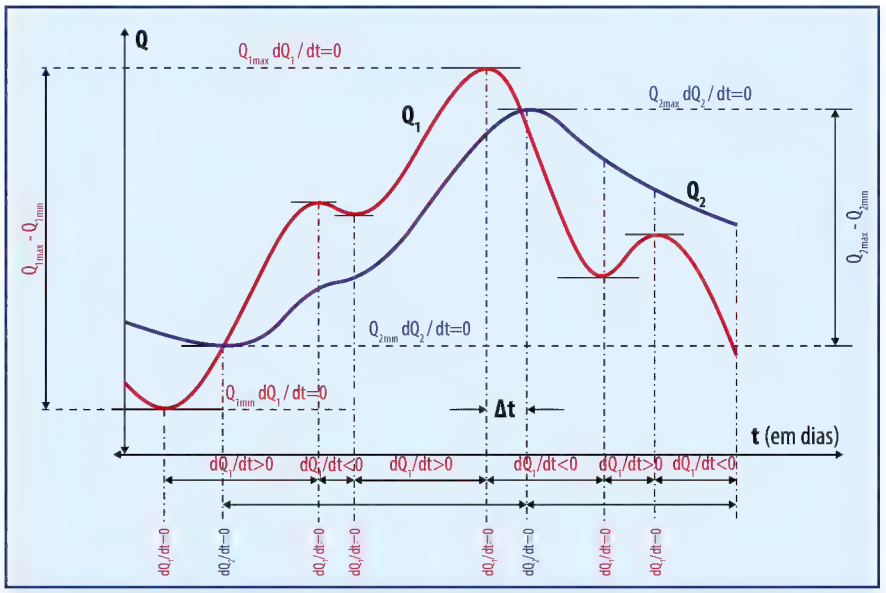
A influência desses fatores intervenientes pode então ser dada por uma função $\phi(Q_2)$ expressa formalmente pela notação

$$\phi(Q_2) = (dvol/dh)\ (dh/dQ_2).$$

Essa função $\phi(Q_2)$ descreve o importante papel regularizador que desempenham reservatórios de acumulação utilizados para o combate aos efeitos muitas vezes desastrosos de enchentes urbanas, motivo pelo qual recebe o nome de "função de moderação".

O tratamento matemático da função $\phi(Q_2)$ é laborioso e pode ser encontrado em textos acadêmicos que tratam do estudo fluidodinâmico das vazões intervenientes aplicando a chamada "Equação da Continuidade", que nada mais é do que a ex-

ESQUEMA ILUSTRATIVO DO BALANÇO DE VAZÕES EM UM RESERVATÓRIO DE ACUMULAÇÃO
Q_1 = Vazão afluente Q_2 = Vazão efluente dvol/dt = variação do volume de água retido



HIDROGRAMAS PARA A APLICAÇÃO DA EQUAÇÃO DA CONTINUIDADE A RESERVATÓRIOS DE CONTROLE DE ENCHENTES
Em vermelho, vazão afluente, em azul, vazão efluente
(Atlas, Módulo Cinemática, Fig. 3.10)

pressão do Princípio da Conservação da Massa" (Vieira, R. C. C., "Atlas de Mecânica dos Fluidos Clássica", Módulo 3 "Cinemática").

A função $\phi(Q_2)$ é de fundamental importância para a compreensão do comportamento dos hidrogramas unitários das vazões afluente e efluente, em reservatórios de acumulação ou bacias fluviais, conforme resumidamente será mostrado a seguir.

Uma das propriedades dessa função é que, para $dQ_2/dt = 0$, isto é, um máximo (ou mínimo) da vazão efluente, corresponde para a vazão afluente a condição $dQ_1/dt = \phi\,(d^2Q_2/dt^2)$ e portanto os três casos seguintes

$dQ_1/dt < 0$ indicando um máximo de $Q_2(t)$ para valores decrescentes de Q_1

$dQ_1/dt > 0$ indicando um mínimo de $Q_2(t)$ para valores crescentes de Q_1

$dQ_1/dt = 0$ indicando um ponto de inflexão na curva de variação de $Q_2(t)$ em função do tempo.

Essas propriedades ficam explicitadas nas duas curvas de variação das vazões (indicadas nos hidrogramas acima - em vermelho, vazão afluente Q_1, em azul, vazão efluente Q_2) em função do tempo.

Essa Figura apresenta o que é designado como "Hidrograma Unitário" de vazões afluente e efluente, para um caso concreto de bacia de acumulação, com a indicação dos pontos de inflexão, de máximo e de mínimo que foram considerados.

Além desses aspectos qualitativos, observa-se também a propriedade moderadora de ser

$$(Q_{2max} - Q_{2min}) < (Q_{1max} - Q_{1min})$$

e de haver um atraso Δt na ocorrência do valor máximo da vazão efluente com relação ao máximo da vazão afluente. Destaca-se, também, que as vazões efluentes máxima e mínima ocorrem nos pontos de cruzamento dos dois hidrogramas.

O efeito de diminuição dos valores da vazão afluente exercido pela bacia de acumulação faz-se sentir não somente na diminuição dos valores da vazão efluente, como na dos valores de todas as demais vazões (e portanto velocidades) do escoamento no interior da bacia ou planície de inundação.

Observe-se, por exemplo, após o cruzamento dos dois hidrogramas no ponto correspondente à vazão efluente mínima, que a variação das vazões no interior de uma bacia de inundação (dada pela variação da diferença das ordenadas das duas curvas em função do tempo) é crescente até o ponto de inflexão da curva das vazões afluentes, decresce em seguida, até o novo ponto de inflexão, para depois se manter praticamente constante até o ponto de máxima vazão afluente e diminuir drasticamente até o ponto de cruzamento correspondente à vazão efluente máxima.

A partir de então, a variação das diferenças entre as vazões afluente e efluente muda de sentido, isto é, as vazões efluentes passam a ser maiores do que as vazões afluentes e a diferença entre elas varia de forma semelhante à que foi considerada no caso anterior, até o próximo cruzamento dos dois hidrogramas.

O valor dessas diferenças entre as vazões afluente e efluente é sempre bastante menor do que o valor de cada vazão correspondente, no mesmo instante. Assim, analisando essas variações das diferenças de vazões no decorrer do tempo (ou as correspondentes velocidades de escoamento, de maneira geral, na bacia de inundação) em conexão com o Diagrama de Hjülstrom, verifica-se a existência de um efeito muito maior na sedimentação de partículas do que no caso de maiores velocidades do escoamento, e tanto maior quanto menor o diâmetro médio das partículas carregadas.

Kenitiro Suguio, em seu livro sobre "Geologia Sedimentar" já citado (p. 233), ao abordar as fácies de vales fluviais, destacou que

> *"Os fragmentos sólidos (principalmente minerais e rochas) transportados pelos rios podem ser classificados em dois grupos principais – carga de fundo e carga em suspensão:*
>
> A carga de fundo é depositada como resíduo de canal e nas barras de meandro, enquanto que
>
> *A carga em suspensão deposita-se nos diques marginais e nas planícies de inundação."*

Nas planícies de inundação e nos diques marginais, ocorrem escoamentos em que vazões afluentes e efluentes comportam-se da maneira apresentada

neste texto e portanto a sedimentação fluvial se dá em conformidade com os parâmetros estabelecidos no Diagrama de Hjülstrom em função das variações de vazão observadas nos respectivos Hidrogramas Unitários.

Esses Hidrogramas Unitários podem acusar as variações das vazões em diferentes períodos de tempo, indicando variações anuais (reais para cada ano, ou média para intervalos de tempo decenais, quinzenais e até seculares) mostrando períodos de cheias ou vazantes extraordinários.

Experimentalmente, têm sido feitas em canaletas hidráulicas numerosas simulações do efeito das variações das vazões Q_1 e Q_2 correspondentes ou não às dos Hidrogramas Unitários, que permitem a observação de importantes fatos a respeito da sedimentação que ocorre durante escoamentos carreando material sólido granular, sob diversos regimes fluviais.

Resultados obtidos em experimentos realizados na Universidade do Colorado são apresentados no interessante vídeo "Experimentos em Estratificação", de autoria de Guy Berthault, cuja dublagem, com narração em Português, encontra-se disponível em:

Seu conteúdo é extremamente útil para o esclarecimento dos fenômenos de erosão, transporte e sedimentação de partículas sólidas em escoamentos fluviais em geral e, em particular, para a compreensão das várias modalidades da sedimentação de origem fluvial, em função da variação das vazões afluente Q_1 e efluente Q_2.

É de interesse ressaltar aqui a crítica objetiva de Guy Berthault sobre o "Princípio da Superposição", tão amplamente usado para a explicação da formação de camadas sedimentares na Geologia Histórica, feita a partir de dados experimentais obtidos em canaleta hidráulica com a simulação de escoamentos fluviais com vazões afluentes e efluentes variáveis. O trecho seguinte da narração do vídeo mencionado esclarece como a variação dessas vazões (ou velocidades, na canaleta experimental), em conexão com a variação que se observa em um Hidrograma Unitário, demonstra a invalidez do Princípio da Superposição:

"A velocidade do escoamento de água partiu de 1 m/s e deu origem a depósitos de microestratos ou lâminas formando-se em direção a jusante. A vazão foi então reduzida para 0,5 m/s, e isso provocou o depósito de partículas de sedimento maiores. Então, à medida que o depósito aumentava de espessura, a velocidade do escoamento foi novamente aumentada para 1 m/s e foram depositadas lâminas sobre as partículas maiores. Assim, o depósito ficou composto, de cima para baixo, de leitos de estratos com partículas pequenas, partículas grandes, e partículas pequenas. Os três leitos superpostos formaram-se juntos, de montante a jusante. Isso demonstrou que os leitos de estratos não se formam um de cada vez como exigido pelo Princípio da Superposição; eles se formam simultaneamente. Nem qualquer leito tem a mesma idade em qualquer ponto, como exigido pelo Princípio da Continuidade, pois eles se formam juntos e lateralmente. Cada parte lateral de cada leito do estrato tem, portanto, uma idade diferente.

Porém, algo mais está acontecendo. Quando a velocidade do escoamento se reduz, começa a formar-se um segundo depósito por cima do primeiro, enquanto ele ainda continua a formar-se. Os dois depósitos superpostos progridem simultaneamente de montante a jusante. Quando a velocidade do escoamento é aumentada, um terceiro depósito começa a formar-se acima dos outros dois, e todos os três progridem juntos em direção a jusante. Temos aqui um fenômeno de leitos múltiplos sucessivos sendo formados um sobre o outro, verticalmente e lateralmente ao mesmo tempo. Os mecanismos que desencadeiam isso foram simples alterações na velocidade do escoamento.

Os experimentos de laboratório mostraram que, quando existe água em escoamento, uma camada não se deposita sobre outra, cada uma sendo mais antiga do que a que lhe está acima. Isso, portanto, é uma grande exceção ao Princípio da Superposição."

ICNOLOGIA EM MEANDROS DE PALEOAMBIENTES SEDIMENTARES FLUVIAIS

Pode-se, agora, voltar ao artigo de Bernat Vila *et al., 2003*, que trata da formação de pegadas de trilhas de dinossauros em paleoambientes na "Formação Tremp", no sul dos Pirineus (sudoeste europeu) trazendo importante contribuição para a explicação de um possível processo de formação de meandros fósseis que apresentam icnofósseis, como os que ocorrem no Brasil em Sousa, por exemplo.

Nesse artigo, são descritas cerca de 30 novas trilhas de pegadas com os dados sobre os ambientes sedimentares respectivos, a ocorrência e a preservação das pegadas, juntamente com a icnologia e a cronoestratigrafia local.

Nesses locais estão representados vários tipos de *facies* em diversos ambientes fluviais e a descoberta de pegadas indica na maior parte a presença de Hadrossauros, com presença limitada de dinossauros saurópodos. As trilhas de hadrossauros são significativamente de menor proporção do que as encontradas na América do Norte e na Ásia, embora morfologicamente similares, e são atribuídas ao icnogênero *Hadrosauropodus*.

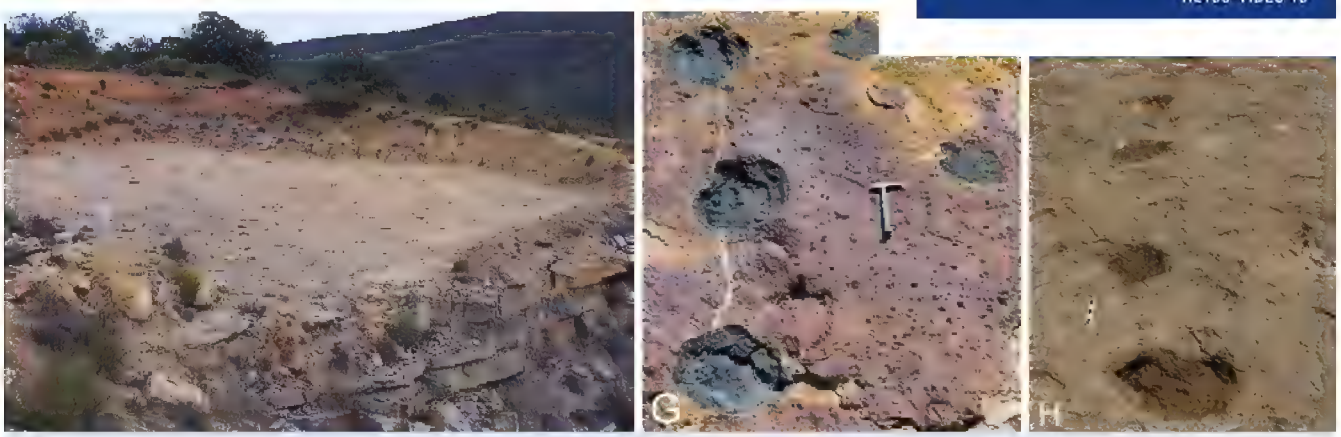
A sucessão de trilhas em mais de 40 níveis distintos indica que as pegadas de hadrossauros na região ocorrem predominantemente no Maastrichtiano antigo (pelo menos acima da fronteira entre o Maastrichiano antigo e o recente). [Ver Tabela Cronoestratigráfica Internacional apresentada logo no início].

As características geomorfológicas da Bacia do Rio do Peixe em Sousa, Paraíba, já descritas no Tópico 2 deste artigo, apresentam também trilhas de pegadas de dinossauros em conexão com paleoambientes fluviais, de maneira semelhante à observada na Floresta de Ashdown (como visto logo no início deste artigo) e também nesta Formação Tremp, como pode ser observado nas ilustrações seguintes.

Interessantes breves documentários sobre a interpretação dos icnofósseis existentes em Sousa, no Brasil e também no Parque Nacional de Toro-Toro, na Bolívia, produzidos pela Sociedade Criacionista Brasileira podem também ser acessados nos vídeos apresentados nesta página e na página 65, respectivamente.

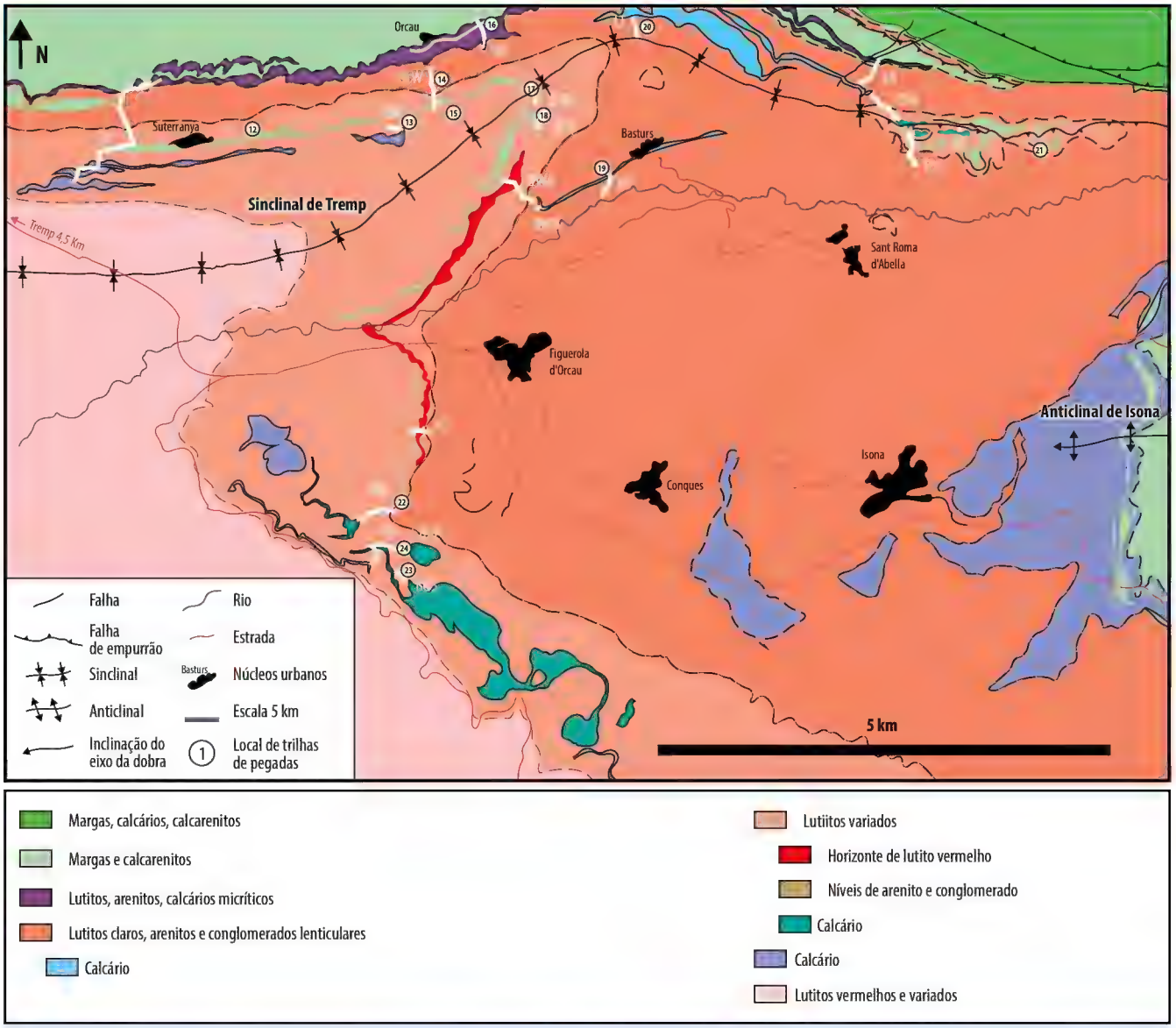
Excursão ao Parque dos Dinossauros em Sousa - PB

RC100-VÍDEO 10

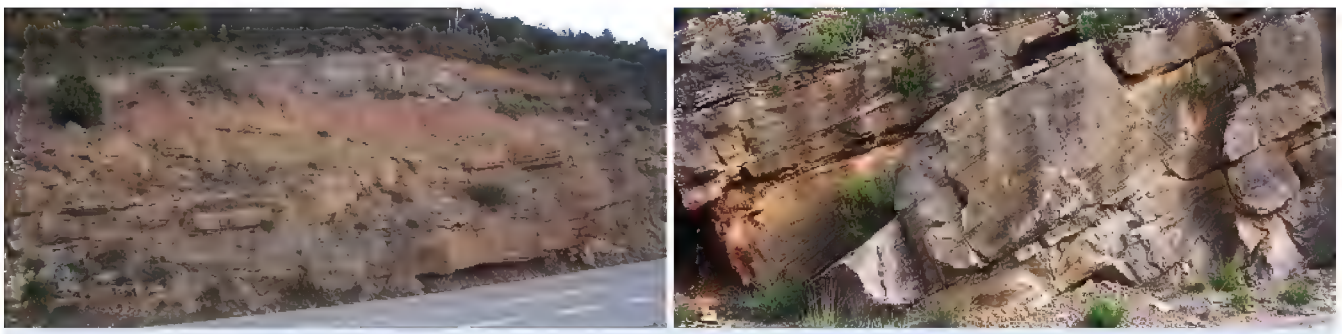


Vistas atuais de indícios das barras de meandros e pegadas de dinossauros em camadas sedimentares sucessivas com destaque para algumas trilhas de pegadas na Formação Tremp

Vista panorâmica de trecho da Formação Tremp



Mapa ilustrativo de parte da Formação Tremp



Vistas de cortes em estradas com indícios das barras de meandros
FORMAÇÃO TREMP

A título de ilustração adicional sobre pegadas fósseis de dinossauros, informamos a nossos leitores que, antecipando a realização do XII Seminário "A Filosofia das Origens" da SCB em maio de 2012 em Cochabamba, na Bolívia, a equipe de palestrantes da SCB participou de uma excursão ao Parque Nacional de Toro-Toro e efetuou uma filmagem *in loco* que deu origem a um vídeo sobre as trilhas de pegadas de dinossauros existentes naquele local.

Esse interessante vídeo pode ser acessado pelo QR-Code na página seguinte.

Excursão ao Parque Nacional de Toro-Toro na Bolívia

RC100-VÍDEO 11

Deve ser destacado o fato de que essas pegadas são encontradas em paleoambientes correspondentes a sedimentações sucessivas ocorridas durante a formação das barras de meandros.

Em continuação, são apresentados desenhos ilustrativos de tentativa de reconstrução de trilhas como estas e da Formação Tremp, de interesse para a compreensão do processo de formação das pegadas, à luz do que foi exposto até aqui neste artigo.

CONCLUSÃO

Em face das considerações todas feitas a respeito da hidrodinâmica da formação de meandros fluviais e da natureza não newtoniana dos escoamentos, em conexão com os processos de erosão, transporte e sedimentação de material descritos pelo Diagrama de Hjülstrom, fica fácil compreender e interpretar o panorama observado em geral nos paleoambientes sedimentares em que são encontrados icnofósseis.

Nos três casos mencionados neste apanhado geral, na Floresta de Ashdown em East Sussex, Inglaterra, na Bacia do Rio do Peixe da Formação Sousa, Paraíba, e na Formação Tremp, nos Pirineus, observam-se barras de meandros em conexão com os icnofósseis, de tal maneira que a recomposição dos paleoambientes em todos esses casos pode ser visualizada de forma bastante contextualizada nos desenhos reproduzidos a seguir, apresentados por Bernat Vila *et alii* em seu artigo publicado na revista PLOS em 2003 ("The Latest Succession of Dinosaur Tracksites in Europe: Hadrosaur Ichnology, Track Production and Paleoenvironments", que pode ser acessado no vídeo apresentado na página seguinte.

A e B) Vista geral do Geossítio Passagem das Pedras mostrando a superfície com pegadas fósseis de dinossauros e passarelas para visitação
C) Detalhe de pegada da icnoespécie *Sousaichnium pricei*, atribuída a um dinossauro ornitópode
D e E) Pista e detalhe de pegada da icnoespécie *Moraesichnium borboremae*, atribuída a um dinossauro terópode
(Ref. Rogério Valença Ferreira *et al., op. Cit.*)

GEOSSÍTIO PASSAGEM DAS PEDRAS
Detalhes das margens atuais do rio com indícios das barras de meandros e pegadas de dinossauros em camadas sedimentares sucessivas

Outras vistas da Passagem das Pedras no trecho do canal de alívio da vazão do Rio do Peixe

Íntegra do artigo de Bernat Vila *et all.*

RC100-ARQUIVO 5

A partir do que foi exposto quanto à formação das barras de meandros, e das observações efetuadas *in loco* no "Vale dos Dinossauros" em Sousa, bem como de recentes pesquisas efetuadas na Espanha com relação a trilhas de hadrossauros na "Formação Tremp", é possível propor esquemas que ilustrem como poderiam ter sido formadas essas trilhas em camadas sedimentares em processo de litificação em bacias fluviais sujeitas a cheias anuais periódicas.

O primeiro esquema representa a formação das sucessivas barras de meandros que podem ser observadas na parte convexa dos meandros – ou seja, nas cinco bordas externas do trecho fluvial considerado – onde são depositados os sedimentos em camadas sucessivas durante os episódio de cheias sazonais.

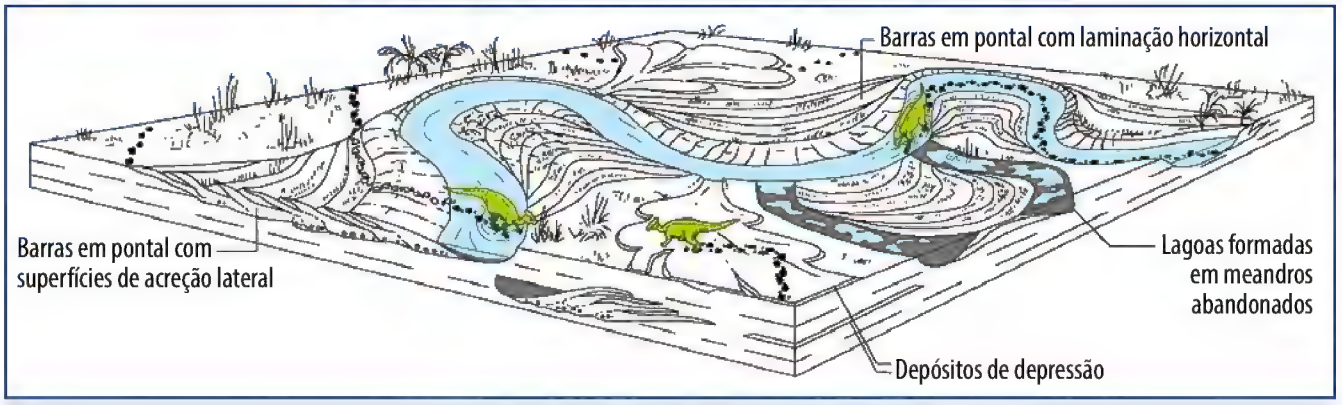
A título de ilustração mostram-se também três trilhas de dinossauros saurópodos, formadas sobre camadas sedimentares mais recentes, ainda não litificadas.

O segundo esquema representa um panorama da formação de trilha de pegadas em duas situações distintas. À esquerda, a formação sobre terreno em avançado estado de consolidação, em borda externa de meandro. À direita, a formação em braço de meandro abandonado devido à mudança de posição do leito fluvial. Neste caso, a trilha de pegadas forma-se sobre sedimentos ainda submersos em lâmina d'água da lagoa resultante do isolamento do antigo trecho do meandro, que foi abandonado.

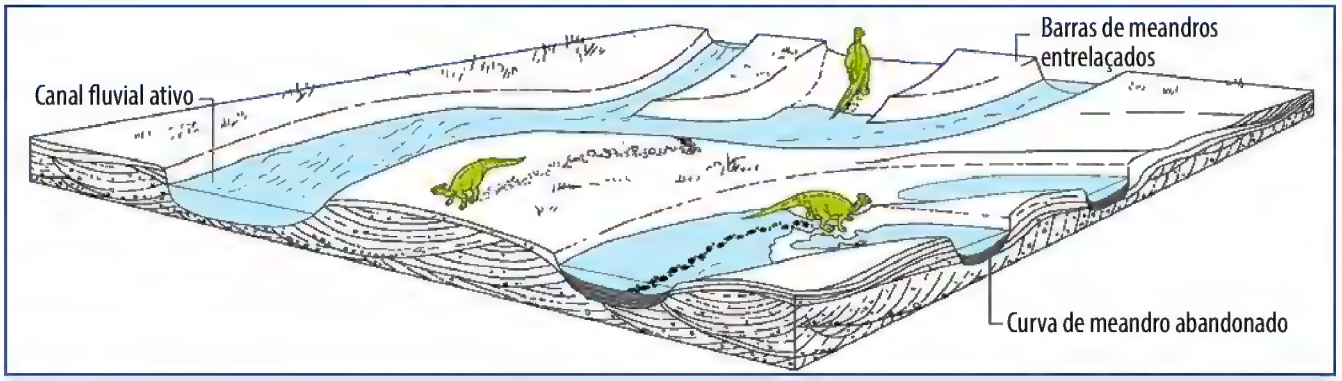
Esses esquemas, por si sós, são extremamente elucidativos do que poderia ter ocorrido na Bacia de Sousa para dar origem aos icnofósseis hoje lá encontrados, e as considerações outras feitas neste artigo contextualizam as condições em que as pegadas teriam sido formadas e fossilizadas.

Em resumo, as pegadas poderiam ter se formado em planícies fluviais meandrantes após a temporada das cheias anuais, em época relativamente recente, em que dinossauros e seres humanos conviveram.

TENTATIVA DE RECONSTRUÇÃO DA FORMAÇÃO DE TRILHAS DE HADROSSAUROS EM DEPOSIÇÕES FLUVIAIS DA FORMAÇÃO TREMP



Ambientes sedimentares com barras de meandros



Ambientes sedimentares com barras de escoamentos fluviais entrecruzados

Fonte: BERNAT VILA et al., "The Latest Succession of Dinosaur Tracksites in Europe: Hadrosaur Ichnology, Track Production and Paleoenvironments", PLOS (3/9/2003).

Espera-se que esta breve contribuição para a interpretação hidrodinâmica da formação das pegadas fósseis em paleoambientes possa ser útil para despertar o interesse de pesquisadores que eventualmente possam se dedicar com mais profundidade ao estudo dos icnofósseis da Bacia de Sousa.

BIBLIOGRAFIA

_____"85 Pegadas de dinossauros bem preservadas são encontradas na Inglaterra - Até garras, escamas e pele podem ser vistas em detalhes das descobertas", Revista Galileu, dezembro de 2018.

BARNHART, W. R. A Hydrodinamic Interpretation of the Tapeats Sandstone". CRS Quarterly vol. 48, nº 4, 2012.

BERNAT VILA *et al.*, "The Latest Succession of Dinosaur Tracksites in Europe: Hadrosaur Ichnology, Track Production and Paleoenvironments", PLOS (3/9/2003). Disponível no QRCode RC100 - ARQUIVO 5.

CARVALHO, I. S. Geological Environments of Dinosaur Footprints in the Intracratonic Basins from Northeast Brazil during the Souh Atlantic Opening (Early Cretaceous)", *Cretaceous Research pre-print*, 2000a.

CAVALCANTI, D. F. Pegadas de dinosáurios no Rio do Peixe, Paraíba. Ceará, Secretaria de Agricultura e Obras Públicas, Bol. 1(1):45-49, 1947.

FERREIRA, R. V.; SILVA, R. C.; SIQUEIRA, L. M. P. Projeto Geoparques Geoparque Rio do Peixe – PB, Proposta", CPRM, 2017.

FRANÇOLIN, J. B. L. Analyse Structurale du Bassin du Rio do Peixe (Brésil). Tese de Doutorado. Centre Amerricaine d'Etude Structurale des Socles, Université de Rennes: 240p, 1992.

GRAF, W. H & BLANCKAERT, K. Flow Around Bends in Rivers. 2nd International Conference New Trends in Water and Environmental Engineering for Safety and Life: Eco-compatible Solutions for Aquatic Environments. Capri (Italy), June 24-28, 2002

IDELCHIK, I. E. Handbook of hydraulic resistance. Hemisphere Publishing, New York, 1986.

LEONARDI, G. Nota Preliminar sobre Seis Pistas de Dinossauros Ornithischia da Bacia do Rio do Peixe (Cretáceo Interior) em Sousa, Paraíba, Brasil. An. Acad. Brasil. Cienc., Rio de Janeiro, 51(3):501-516, 1979b.

LEONARDI, G. New Archosaurian trackways from the Rio do Peixe Basin, Paraíba. An. Univ. Ferrara (N.S.), S. IX. 5(14):239-249, 1979c.

LEONARDI, G. Four Y ears of Vertebrate Ichnology in Brazil. Ichnology Newsletter, 10:25-26, 1979d.

LEONARDI, G. Dados ichnológicos sobre a raridade de espécimes jovens em populações de dinossauros do Brasil. An. Acad. Brasil. Ciênc., Rio de Janeiro, 52(3):647, 1980c.

LEONARDI, G. Dez novas pistas de dinossauros (Theropoda Marsh, 1881) na Bacia do Rio do Peixe, Paraíba, Brasil: Actas II Congreso Argentino de Paleontología y Bioestratigrafía y Congreso Latinoamericano de Paleontología, Buenos Aires, 1978, T .I., p. 243–248, 1980f.

LEONARDI, G. As localidades com rastros fósseis de T etrápodes na América Latina. Anais 2°Congr . Latino-am. Paleont, Porto Alegre, 1981, 2:929-940, 1981a.

LEONARDI, G. Le impronte fossili di dinosauri. In: Bonaparte, J.F . et al., Sulle orme dei Dinosauri. V enezia, Erizzo, 1984. (Esplorazioni e ricerche, IX), 335 p.: 161-186, 1984a.

LEONARDI, G. Rastros de um mundo perdido. Ciência Hoje (SBPC), Rio de Janeiro. 2(15):48-60, 1984b.

LEONARDI, G. Vale dos Dinossauros: uma janela na noite dos tempos. Revista Brasileira de Tecnologia, Brasília, 16(1):23-28, 1985a.

LEONARDI, G.; LIMA, C. V.; LIMA. F. H. O. Os dados numéricos relativos às pistas (e suas pegadas) das Icnofaunas dinossaurianas do Cretáceo inferior da Paraíba, e sua interpretação estatística. I - Parâmetros das pistas, p. 377-394. II - Parâmetros das pegadas, p. 395-417. III - Estudo Estatístico, p. 419-444. In: Moura, J.A. & H.M.N, Gilson (coord.) Anais do X Congresso Brasileiro de Paleontologia (Rio de Janeiro, Brasil, 19-25 Jul 1987). Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Paleontologia, 1987. 2 vol, 1987.

LEONARDI, G. Annotated Atlas of South America Tetrapod Footprints (Devonian to Holocene) with an Appendix on Mexico and Central America. CPRM - Brasília. XXIV, Brazil, 1994. p.81-82.

LEONARDI, G. & CARVALHO, I. Icnofósseis da Bacia do Rio do Peixe, PB, *In:* Sítios Geológicos e Paleontológico a do Brasil, SIGEP, Brasília, 2002.

LEONARDI, G. & SANTOS, M. F. C. F. New dinosaur tracksites from the Lower Cretaceous basin (Paraíba, Brasil): Studi Tridentino di Scienze Naturali, Acta Geologica, v. 81, p. 5–21, 2004.

LEONARDI, G. & CARVALHO, I. S. Dinosaur Ichnocoenosis from Sousa and Uiraúnabrejo das Freiras Basins, Northeast Brazil; in Carvalho et al., eds., Paleontologia: Cenários de Vida. Editora Interciência, p. 355–370, 2007.

LEINZ & AMARAL. Geologia Geral, Cia Editora Nacional, 6ª. Edição, 1975.

LIMA, M. R. & COELHO, M. P. C. A. Estudo Palinológico da Sondagem Estratigráfica da Lagoa do Forno, Bacia do Rio do Peixe, Cretáceo do Nordeste do Brasil". Boletim do Instituto de Geociências da USP, Série Científica 18, pp. 67-83, Brasil, 1987.

LIMA FILHO, M. F. Evolução tectono-sedimentar da Bacia do Rio do Peixe – PB, Universidade Federal de Pernambuco, Dissertação de Mestrado, 1991.

LIMA FILHO *et al.*, "Late Mesozoic History of Sedimentary Basins in NE Brazilian Borborema Province before the final separation of South America and Africa 1: Tectonic Sedimentary Evolution". *In:* Simpósio sobre o Cretáceo do Brasil, 5 Boletim, Rio Claro, Brasil, pp. 605-611, 1999.

MME/CPRM. Programa Geologia do Brasil – Levantamentos Geológicos

Básicos. Geologia e Recursos Minerais da Folha Sousa (SB.24-Z-A), Brasília, 2008.

MORAES, L.J. Serras e Montanhas do Nordeste. Brasil, Insp. Obr. contra Seccas. Publ. Série I.D. 58, 2 v . 122 p, 1924.

NOGUEIRA, F. C. C.; OLIVEIRA, M. S. & CASTRO, D. L. Estudo Magnético e Gravimétrico do Arcabouço Estrutural da Bacia do Rio do Peixe – PB. Revista de Geologia, UFC. Fortaleza. Vol. 17, nº 1, 74-87, 2004.

PETRI, S.; FÚLFARO, V. J. Geologia do Brasil, Editora da USP, 1988.

PRICE, L.I. Sobre os Dinossáurios do Brasil. Anais da Academia Brasileira de Ciências. Rio de Janeiro, 33(3-4): xxvii-xxix (abstract), 1961.

REGALI, M. S. P. Biocronoestratigrafia e Paleoambiente do Cretáceo das Bacias do Araripe (CE) e Rio do Peixe (PB), Nordeste do Brasil". *In*: Simpósio sobre a Bacia do Araripe e Bacias Interiores do Nordeste, 1, Crato (1990) Anais, Crato, SBP, pp. 163-172, Brasil.

ROCHA, D; AMARAL, C. Geologia da Bacia do Rio do Peixe. Rede Cooperativa de Pesquisa. Comportamento das Bacias Sedimentares da Região Semiárida do Nordeste Brasileiro. Hidrogeologia da Bacia do Rio do Peixe. UFCG/FINEP/CPRM, 2006.

SHILLITO, A. P. & DAVIES, N. S. Dinosaur-landscape interactions at a diverse early cretaceous tracksite (Lee Ness Sandstone, Ashdown Formation, southern England). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 514, pp. 593-612, 2019.

SILVA, A. N. Arquitetura, Litofácies e Evolução Tectono-estratigráfica da Bacia do Rio do Peixe, Nordeste do Brasil. 2009. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica). Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica, UFRN, Natal, RN., 2009.

SIQUEIRA, L. M. P.; POLCK, M. A. R.; HAUCH, A. C. G.; SILVA, C. A.; CHAVES, F. B.; YAMAMOTO, I. T.; ARAUJO, J. P.; ANDRADE, J. A. F. G.; FILGUEIRA, J. B. M.; TRINDADE, M.H.P.A.; MACHADO, R.R., SANTUCCI, R.M. Sítios Paleontológicos das Bacias do Rio do Peixe: Georreferenciamento, Diagnóstico de Vulnerabilidade e Medidas de Proteção. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, 34(1):09-21, 2001.

SMITH, G. A. Coarse-grained nonmarine volcanoclastic sediments: terminology and depositional process" (*GSA Bulletin* 97:1-10).

SRIVASTAVA, N. K. & CARVALHO, I. S. Bacias do Rio do Peixe. Fundação Paleotológica Phoenix. Aracaju-SE. Informativo nº 71, p. 4, 2004.

SUGUIO, K. Geologia Sedimentar", Ed. Edgard Blücher, 2003.

VIANA *et al.*, "Borborema *Megatracksite*: uma base para a correlação dos arenitos inferiores bas bacias interiores do Nordeste do Brasil. *In*: Simpósio de Geologia do Nordeste, 15, SBG, Núcleo Nordeste. Boletim, 13:25-35, 1993.

VIEIRA, R. C. C. "Atlas de Mecânica dos Fluidos Clássica", Módulo 3 - Cinemática dos Fluidos e Módulo 4 – Fluidodinâmica; nova edição prevista para lançamento em 2021.

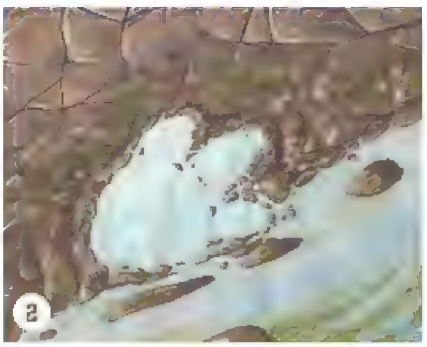
Relatório do rompimento da barragem de Brumadinho

RC100-ARQUIVO 6

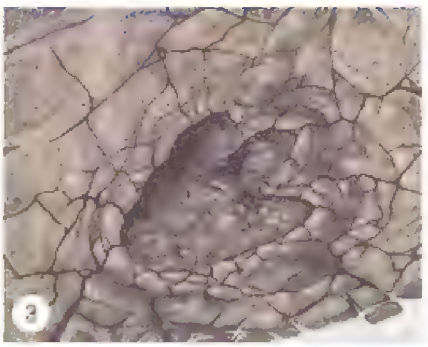
Gravadas para sempre

Limo ajudou a preservar pegadas que poderiam ter sido apagadas pelo vento e pela chuva

Caminhada
Dinossauro terópode pisa em lama coberta por canada de algas verdes e azuis



Efeito protetor
Microorganismos continuam a crescer e preservam a forma da pegada



Consolidação
Durante a seca, o Cálcio dos microrganismos acelera a consolidação do sedimento

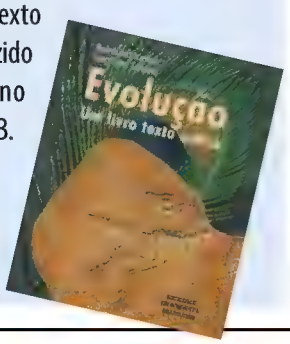
BIOGÊNESE

Este artigo foi publicado originariamente na língua alemã na revista: "Studium Integrale Journal". 17. Jahrgang/Heft 1, Maio 2010, pp 3-15, de nossa congênere "Wort und Wissen".

No que diz respeito ao desenvolvimento do motor bacteriano, existe atualmente uma lacuna explicativa relevante na pesquisa evolutiva. Talvez seja concluída algum dia por dados futuros ou teorias plausíveis. Todavia, também poderia gerar um problema fundamental: talvez a origem do motor bacteriano no contexto da pesquisa científica, em princípio, não possa ser explicada. Uma decisão empírica entre essas alternativas atualmente não é possível. Independentemente de qual das alternativas se possa preferir, essa lacuna explicativa motiva mais pesquisas em biologia evolutiva. Por esta razão, as observações neste artigo não devem, de forma alguma, ser entendidas como conclusões finais, mas como contribuições para uma discussão construtiva.

Siegfried Scherer

É biólogo formado pela Universidade de Constança, onde doutorou-se em Fisiologia Vegetal, e desde 1991 é professor de Microbiologia da Universidade Técnica de Munique, Weihenstephan, onde é Diretor do Centro de Pesquisa em Nutrição e Alimentos. É coauthor do livro "Eolução – Um Livro-texto Crítico, traduzido e publicado no Brasil pela SCB.



EVOLUÇÃO DO MOTOR FLAGELAR BACTERIANO

HÁ ALGUM MODELO VIÁVEL PARA O SURGIMENTO DO MOTOR FLAGELAR BACTERIANO?

Resumo

O motor de rotação do flagelo bacteriano (motor flagelar bacteriano) é frequentemente citado como um argumento de que o surgimento de estruturas biológicas complexas não redutíveis não poderia ser explicado pela evolução. Essa inexplicabilidade (postulada) é considerada pelo movimento do *Design Inteligente* como um indício objetivo da existência de um projetista.

Nicholas Matzke (2006) apresentou em sua *home page* particular um cenário evolutivo hipotético, que requer uma reavaliação das objeções críticas à evolução do motor bacteriano. Partindo de um simples poro na membrana citoplasmática, Matzke divide um caminho evolutivo para o motor bacteriano em onze etapas concretas, mas hipotéticas. Acredita-se que cada passo evolutivo postulado tenha uma vantagem de seleção em relação ao estágio anterior. Ao fazê-lo, Matzke quer mostrar que uma estrutura biológica complexa irredutível pode surgir como parte de um processo evolutivo, através da variação e seleção cumulativa. O modelo de Matzke é importante porque até hoje é a única hipótese para a evolução do motor bacteriano que foi formulada, em princípio, em um nível molecular funcional, e, portanto, pelo menos, teoricamente testável. Neste artigo, um desses onze passos evolutivos postulados para o surgimento do motor bacteriano, a saber, a cooptação de uma proteína de adesão, é analisado, pois esse é um dos passos mais simples do modelo de Matzke. Apenas uma única proteína precisa ser obtida por cooptação e variação. Os outros passos hipotéticos no cenário de Matzke são muito mais complexos.

O resultado dessa análise é que não se sabe *se* e nem *como*, durante o processo hipotético de surgimento do motor bacteriano, a cooptação e a mutação poderiam ter levado ao ganho de uma única proteína de adesão. Por um lado, enquanto o modelo de Matzke dá origem a uma reavaliação da argumentação evolutiva anterior,[1] por outro lado, não é uma hipótese confiável e convincente para a evolução do motor bacteriano. Isso

também é corroborado pelo fato de não ter sido discutido até o momento na literatura científica evolucionária.

Introdução

Para que possam crescer, as bactérias são levadas a absorver nutrientes do seu ambiente. Nesse contexto, torna-se vantajoso a célula poder se mover num gradiente de concentração em direção a uma fonte de nutrientes. Além disso, as bactérias também são expostas a influências ambientais negativas, como toxinas. Novamente, o movimento ativo, neste caso, afastando-a da fonte de perigo, é igualmente benéfico. Muitas bactérias podem se mover ativamente de maneiras diferentes (Jarrell e McBride, 2008), e algumas possuem um motor rotativo para esse fim. Todo motor precisa de um controle. Estes incluem proteínas sensoras (estas podem reconhecer, por exemplo, moléculas nutrientes como açúcar no ambiente celular, fazendo o papel efetivamente de "nariz" das bactérias), transportadores de sinal (transportam o sinal ambiental de entrada para o motor) e proteínas de comutação (para controle direto do motor). Em bactérias, foram encontrados motores de diferentes tipos de construção.

O motor da bactéria intestinal *Escherichia coli* é preferivelmente estudado em nível genético e bioquímico. Sabe-se hoje que é composto por cerca de 40 proteínas, incluindo as proteínas de montagem celular (estas ajudam na montagem do motor, ver Chevance & Hughes 2008). O controle por quimiotaxia aí contido (isto é, por meio de um gradiente de concentração de substância, revisto, por exemplo, em Wadhams & Armitage 2004) é realizado por menos de 10 proteínas. Utilizando métodos de biologia molecular e eletrônica, foi possível elucidar a estrutura molecular básica do motor (Fig. 1).

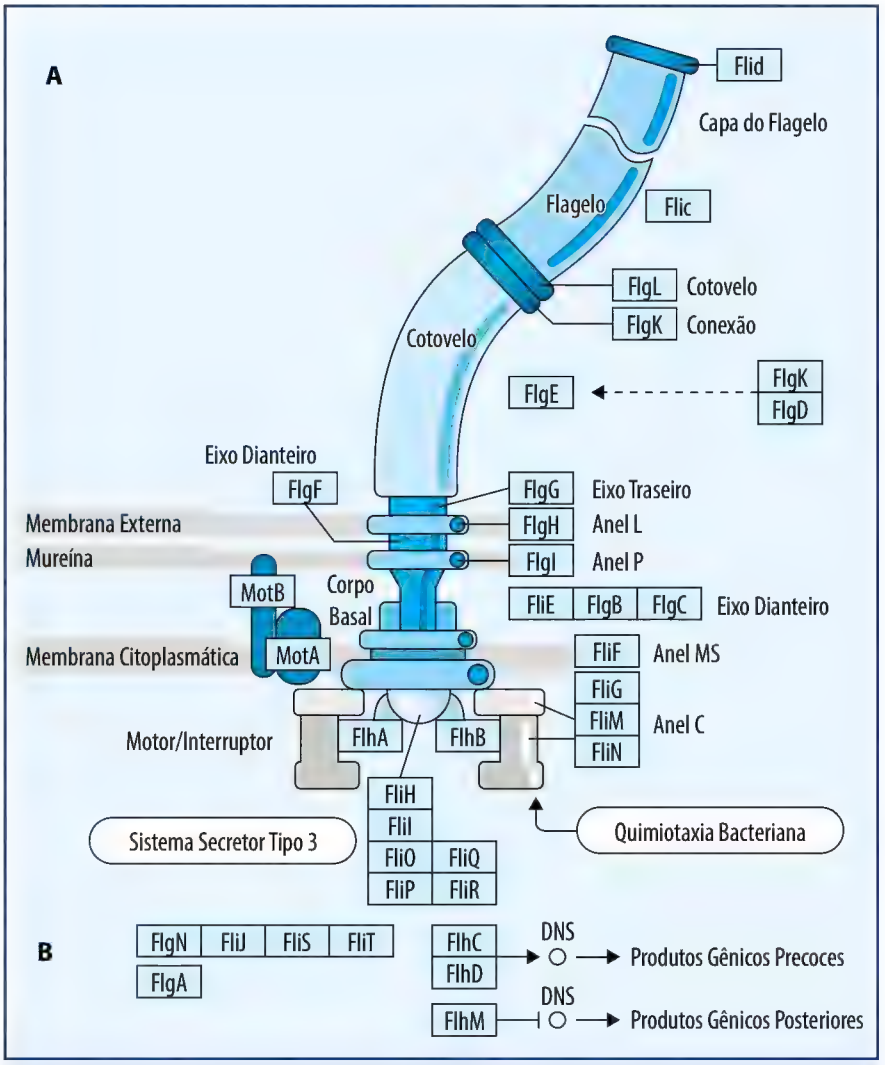


Figura 1
A - Desenho esquemático do motor bacteriano de *Escherichia coli* com algumas de suas proteínas estruturais.
B - Produtos gênicos reguladores.
(De Junker & Scherer 2006)

Um motor bacteriano consiste em cinco elementos funcionais básicos: O filamento (flagelo) corresponde à "hélice do navio". A propulsão da bactéria é efetuada por rotação do filamento flexível. Ele é composto principalmente por cerca de 20.000 cópias da proteína flagelina. Esta proteína, por sua vez, consiste em várias centenas de aminoácidos. O filamento é acoplado através de um cotovelo (conexão) a um eixo de rotação que é mantido em posição por rolamentos na membrana citoplasmática e na parede celular bacteriana. Os genes que codificam as proteínas do eixo e dos rolamentos são amplamente conhecidos. O eixo e, por conseguinte, o flagelo bacteriano, é

colocado em rotação por proteínas de acionamento.

O motor é acionado pela energia armazenada no gradiente de prótons através da membrana citoplasmática. Esse gradiente de prótons gera externamente um ambiente carregado positivamente em relação ao citoplasma. O gradiente de voltagem (= potencial de membrana) é em torno de 0,2 V. Figurativamente falando, a célula bacteriana é uma "bateria de 0,2V" que pode impulsionar este "nanomotor elétrico".

Há vários aspectos a serem discutidos em relação à evolução de um motor bacteriano (Scherer 2010). O objetivo deste artigo é apenas[2] investigar se Matzke fornece uma teoria confiável e plausível para o desenvolvimento evolutivo de um motor de rotação bacteriana. Os principais argumentos apresentados aqui foram desenvolvidos primeiramente em Scherer (2009).

O argumento da complexidade irredutível do *design*

Nos últimos anos, o uso de termos de engenharia em biologia molecular cresceu rapidamente (Gene 2007). Assim, o termo "máquina molecular" tornou-se, neste ínterim, a maneira corriqueira de descrever unidades funcionais biológicas da célula, de tal forma que se consolidou como uma parte indispensável da literatura relevante. O flagelo bacteriano é a máquina molecular com o maior grau de reconhecimento, de tal forma que é usado em ligação com o argumento do *design*, como um exemplo padrão de complexidade irredutível. Este termo e o argumento que surge dele ficaram amplamente conhecidos por meio do livro de Michael Behe "A Caixa Preta de Darwin" (1996a, Behe, versão alemã 2007). Um sistema qualquer é um complexo irredutível quando necessariamente consiste em várias partes coordenadas, interativas, que estão envolvidas em sua função básica, de tal maneira que a remoção de qualquer parte destrói completamente esta função (Behe 1996a, 39). Com base na detecção de complexidade irredutível construiu-se no movimento do *Design* Inteligente[3], uma bem difundida argumentação crítica do evolucionismo. Esta argumentação diz que é impossível produzir um sistema complexo irredutível pelo processo evolutivo desprovido de direção ou propósito, e que isso constituía um argumento objetivo para a existência de um *designer*.

Glossário

Afinidade: medida da força de uma ligação de uma molécula (por exemplo, uma proteína) ao seu parceiro de ligação.

Cooptação: Transferência de uma proteína existente para um novo contexto funcional, em regra, no contexto de mutações que alteram a proteína inicial.

Proteína de adesão: Proteína com uma propriedade de ligação a outra proteína ou a moléculas de baixo peso molecular (por exemplo, moléculas de açúcar nas superfícies celulares).

Domínio de uma proteína: Um segmento de proteína que geralmente se dobra de forma relativamente independente e está distintamente separado de outros domínios na estrutura espacial de uma proteína. Frequentemente, os domínios também possuem funções, por exemplo, funções de ligação ou atividades enzimáticas.

Monômero: componente molecular individual, ou seja, uma pequena molécula que pode ligar-se a outros monômeros formando moléculas maiores denominadas polímeros.

Pseudogene: segmento de DNA que não é traduzido em uma proteína, mas tem uma grande semelhança com um gene que codifica uma proteína.

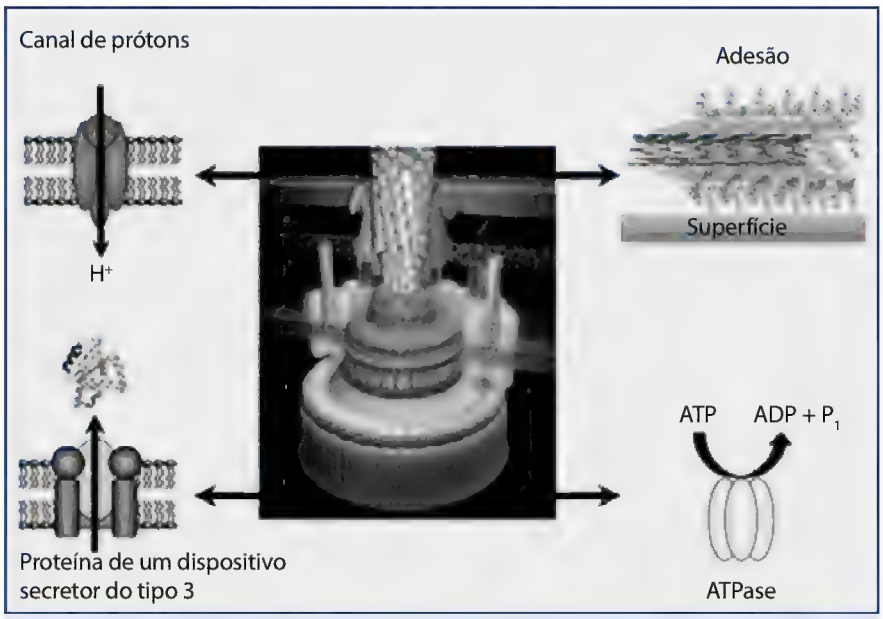
Fitopatógeno: Organismos que causam doenças em plantas.

Segregar: excretar, expulsar.

Evolução Neutralista: Evolução que ocorre principalmente por meio da ação da deriva genética (mudanças aleatórias frequentes das frequências gênicas). Através da deriva genética podem, por exemplo, os alelos recém-formados de um gene ser fixados em uma população pelo acaso, mesmo que eles não tenham uma vantagem seletiva.

Behe tem, entre outros, o motor de rotação bacteriana como um exemplo de uma estrutura complexa irredutível. A variedade de motores bacterianos que existem na natureza constitui um número difícil de se compreender (Jarrell & McBride 2008). No entanto, verificou-se que todos os motores têm um núcleo de cerca de 20 proteínas em comum, que são indispen-

sáveis para a função do motor (Pallen & Matzke 2006, Gene 2003, Liu & Ochman 2007b), o que se pode testar, por exemplo, por meio de "nocaute gênico". Descobertas adicionais sugerem que a complexidade do motor de rotação bacteriana atual não pode descer abaixo de certo limite. Com base nos dados experimentais atuais, não há mais qualquer dúvida de que o motor de rotação bacteriana é uma estrutura irredutível e complexa. Isso é o que todos os críticos estão dizendo.



Máquina de seleção de proteínas Tipo 3
Figura 2
Um motor bacteriano é uma máquina molecular complexa que consiste em várias máquinas moleculares menores ou funções que interagem intensamente umas com as outras.
Quatro funções são mostradas nesta imagem, e há mais: transporte de prótons, clivagem de ATP, secreção e adesão (adesão é uma função simples, não uma máquina).
[Ilustração do modelo do motor com permissão (*Protonic Nanomachine Project*, Japão, HYPERLINK http://www.fbs.osaka-u.ac.jp/labs/namba/npn/top.html)]

Com a publicação do livro de Behe, seguiu-se uma discussão intensa, infelizmente muitas vezes polêmica, sobre a capacidade dos fatores evolutivos conhecidos. A questão-chave era se o fato de uma estrutura ser irredutivelmente complexa é, na verdade, um argumento útil a provar que esta estrutura não pode surgir por meio de um processo evolutivo. A publicação de nível técnico mais importante que já criticou o argumento da complexidade irredutível motor rotativo bacteriana vem de Matzke (2006). Embora a primeira proposta feita por Matzke no ano de 2003 ainda não faça parte da literatura científica, pois só foi publicado em fóruns de discussão e em *sites* privados, e apesar de ser de natureza altamente especulativa (veja abaixo), é interessante por duas razões: em primeiro lugar, Matzke propõe um caminho hipotético em que se poderia imaginar a formação do motor de bactérias sem que todas as peças essenciais desta máquina complexa irredutível tivessem que estar disponíveis. Em segundo lugar, é, até agora (até onde sei), a única proposta razoavelmente detalhada e mecanicamente formulada para o desenvolvimento de um motor de rotação bacteriana.

Pallen & Matzke (2006) também criticaram a argumentação de Behe, porém essencialmente com base em argumentos da biologia comparativa, sem discutirem questões de mecanismo. Musgrave (2004), Miller (2004) e Pallen & Gophna (2007) criticam a visão de que o flagelo é irredutivelmente complexo, mas esses argumentos enfocam a multifuncionalidade dos flagelos, bem como os achados da biologia comparativa, e estão resumidos no cerne de Matzke (2006) e de Pallen & Matzke (2006). Por esse motivo, este artigo discute principalmente os dois últimos trabalhos.

Com o aumento dos dados de sequenciamento por um lado, e a crescente compreensão biológica molecular por outro, está ficando cada vez mais claro que as estruturas biológicas podem ter várias funções ao mesmo tempo. Particularmente impressionante é a descoberta já há tempos conhecida de que as proteínas da lente do olho (cristalinas) podem ter funções estruturais e enzimáticas (Piatigorsky 1992, Piatigorsky 2003). Também para o flagelo foram descritas outras funções além da função de motor. Além da função motora, os flagelos, principalmente os dos patógenos alimentares *Campylobacter jejuni* e *C. coli*, também atuam na secreção de fatores de virulência, autoaglutinação, formação de microcolônia e de biofilme e defesa pela resposta imune inata (Guerry 2007).

Na Fig. 2, são mencionadas quatro funções que estão asso-

ciadas ao motor bacteriano. O modelo de evolução do motor bacteriano, que se baseia na observação da multifuncionalidade dos subcomponentes, tem como cerne o conceito de "evolução por mutação e cooptação" (Gene 2003). Este modelo é criado em particular com a descoberta de que as proteínas do motor bacteriano são transportadas pela membrana citoplasmática, parede celular e pela membrana externa por um mecanismo semelhante ao do sistema de secreção tipo 3 (T3SS[1]) que foi encontrado em bactérias patogênicas (por exemplo Beaux 2008, Beaux & Wolf-Watz 2006). Há uma "seringa molecular", com a qual uma toxina patogênica pode ser injetada diretamente em uma célula hospedeira ("Injeção", Fig. 3). Os T3SSs também podem inserir proteínas diretamente no ambiente celular. Eles consistem de um conjunto de mais de 10 proteínas. Sabe-se também que o T3SS, que é parte do motor bacteriano e indispensável para a sua estrutura, pode secretar proteínas que não pertencem ao motor. De particular interesse é a nova descoberta de que o transporte de proteínas por T3SS não é governado por ATP, mas sim, por prótons e, com isso, é conduzido pela mesma fonte de energia usada para a rotação do flagelo (Galan 2008).

Um diagrama esquemático de um sistema de secreção tipo 3 a partir do agente patogênico *Escherichia coli* O157 (EHEC) é mostrado na Fig. 3. Os sistemas atuais de secreção do tipo 3 são máquinas moleculares altamente complexas. Do ponto de vista da teoria da evolução, deve-se assumir que os precursores dessas máquinas eram construídos de forma muito mais simples. Assim, pode-se especular de maneira justificável que, no início, não surgiu um motor mais complexo, mas que este remon-

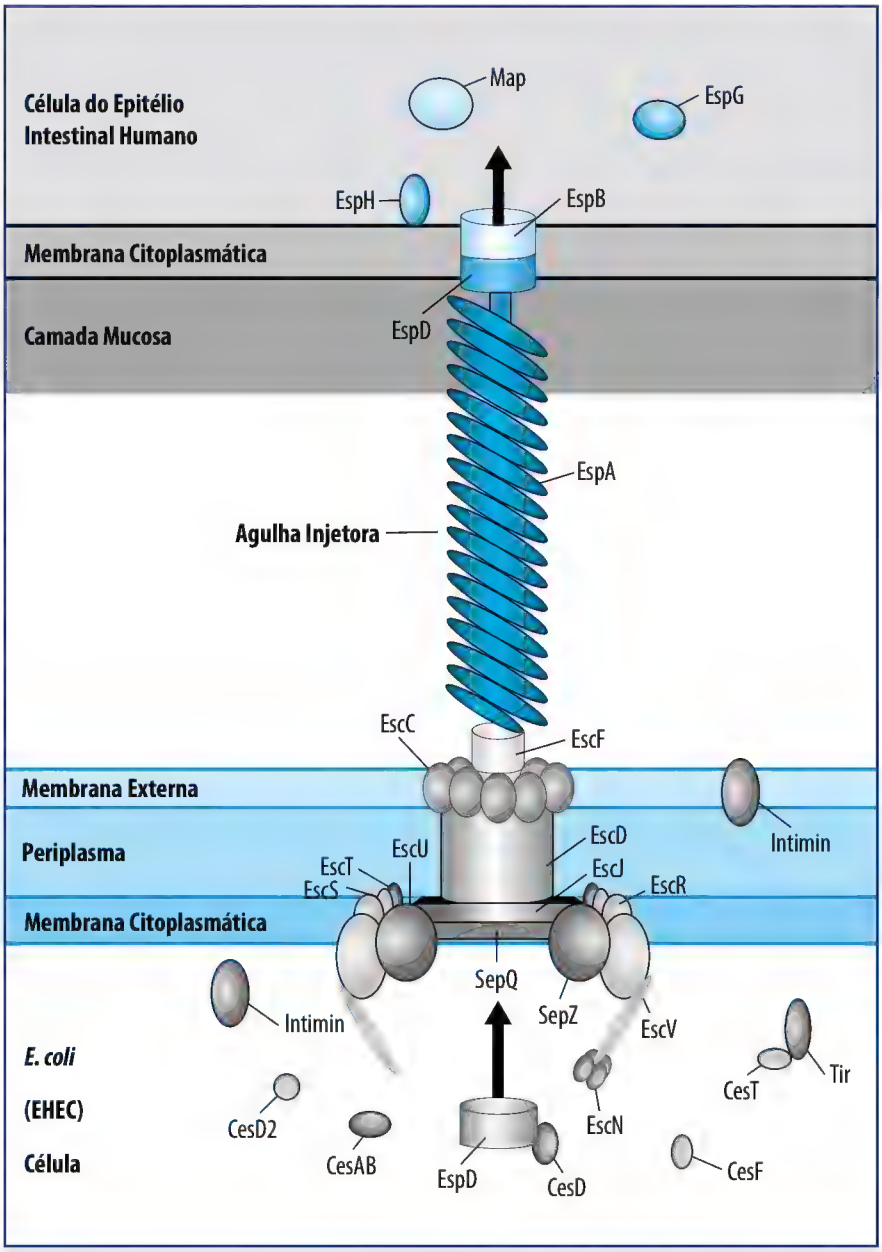


Figura 3
Multifuncionalidade dos componentes do motor bacteriano
(Esquema por Angelika Vender, alterado, compilado de várias fontes)
Representação esquemática do sistema de secreção do tipo 3 de uma célula patogênica de *Escherichia coli* (parte inferior).
O patógeno se liga a uma célula epitelial do intestino do hospedeiro (parte superior). O sistema de secreção consiste em um aparelho que inicialmente transporta as proteínas sintetizadas no citoplasma da *E. coli* via membrana citoplasmática, periplasma e membrana externa. Quando uma "agulha de injeção" molecular (na maior parte composta da proteina EspA), cuja ponta é feita das proteinas EspD e EspB, é inserida na membrana citoplasmática da célula hospedeira, chegam ao citoplasma proteinas efetoras (por exemplo EspH, EspG) e "escravizam" a célula humana. A doença pode levar à morte em casos desfavoráveis.

1 NOTA DO REVISOR: T3SS Sistema de secreção de tipo III (também chamado "injeção") é uma proteína apêndice encontrada em várias bactérias gram-negativas. Em bactérias patogênicas, a estrutura em forma de agulha, é usada como uma sonda sensorial para detectar a presença de organismos eucariotas e secretar proteínas que ajudam a bactéria infectá-los. As proteínas infectantes são segregadas diretamente a partir da bactéria para a célula eucariótica (anfitrião), onde elas exercem uma série de efeitos que ajudam o agente patogênico a sobreviver e a escapar de uma resposta imune.

ta a uma estrutura mais simples (no entanto aceita como primitiva) de um sistema de secreção de tipo 3 (sem função motora), no qual, em muitas fases evolutivas adicionais, proteínas existentes já em outras partes da célula cooptaram e se alteraram por mutação, até que surgisse finalmente a função motora complexa atual (Musgrave 2004 Matzke 2006).

Tais funções duplas não contradizem a descoberta de que o flagelo é um complexo irredutível, pois a destruição do aparelho de secreção proteica do flagelo leva à perda da função motora, porque o motor não pode ser mais montado. Seria concebível que o conjunto das proteínas do núcleo de cada motor bacteriano seja uma estrutura complexa irredutível em termos de função motora e que o aparelho de secreção nele contido, no que respeita à secreção da proteína, também é uma estrutura complexa irredutível (com uma função diferente), apesar de ser uma estrutura mais simples.

Embora a existência de funções secundárias de estruturas biológicas seja extremamente importante para a modelagem de potenciais caminhos evolutivos (veja abaixo), sua mera existência não significa (infelizmente este é um argumento bastante comum) que a evolução de estruturas irredutíveis já está esclarecida. Isso será discutido em seguida.

Formação evolutiva de um motor bacteriano através de mutação e cooptação

Se o motor bacteriano evoluiu, então deve ter havido estágios intermediários que foram fixados em populações bacterianas por seleção ou por "evolução neutralista". Estes estágios intermediários devem ser construídos em estruturas existentes, desde que não possam surgir *de novo* (completamente novos). Um avanço no conhecimento só pode ser esperado se tais estágios intermediários forem realmente propostos e as transições entre eles forem analisadas com mais detalhes. A descoberta de que partes do motor bacteriano desempenham funções secundárias foi um passo importante nessa direção. De particular importância neste contexto foi a capacidade já mencionada que tem o motor bacteriano de secretar proteínas.

Sabe-se hoje que, apesar de o T3SS pertencer ao motor complexo irredutível, este dispositivo também tem outra função, que é independente do motor de rotação e pode, portanto, originar-se independentemente dele. Assim, pode-se supor que um T3SS provisório, que se originou de forma bastante independente do motor, foi usado para construir um motor em seguida. Em outras palavras, o surgimento de um T3SS "primitivo" seria um intermediário funcional estabilizado pela seleção no caminho do surgimento do motor bacteriano e, assim, uma simplificação significativa de sua evolução, se um flagelo pudesse evoluir a partir dele. Eu denomino tais estágios intermediários de estados de funções básicas (Junker & Scherer 2006, Scherer 1983). É mérito de Matzke (2006), até onde sei, ter sido o único a propor um cenário especulativo para a evolução do motor bacteriano, que é detalhado o suficiente para ser o primeiro a ser testado teoricamente. Eu sumarizei graficamente os passos evolucionários de Matzke para este propósito na Fig. 4.[4]

O cenário projetado por Matzke é uma história imaginária (isso não é de modo algum depreciativo, toda ciência natural vive de hipóteses criativas). Baseia-se no postulado mental de que ocorreram muitos passos intermediários de seleção positiva em um caminho evolucionário hipotético. No entanto, o fato ou a sugestão de que uma estrutura nova ou alterada aumenta a aptidão dos seus portadores é uma condição necessária, mas não suficiente, para a evolução. Além disso, é fundamental perguntar se todos os estágios intermediários postulados por Matzke representam, na verdade, uma vantagem seletiva. Portanto, tais histórias precisam passar para uma "exame de veracidade" (*reality check*). E tem que ser assim mesmo, a fim de testar a ocorrência dos vários pré-requisitos necessários para que uma teoria sobre uma etapa evolutiva postulada possa ser formulada o mais precisamente possível e para estimar as probabilidades de transições evolutivas, levando em consideração as condições da estrutura molecular genética e biológica da população. No entanto, mesmo em casos aparentemente simples, esta é uma tarefa monumental que não pode ser exatamente resolvida.

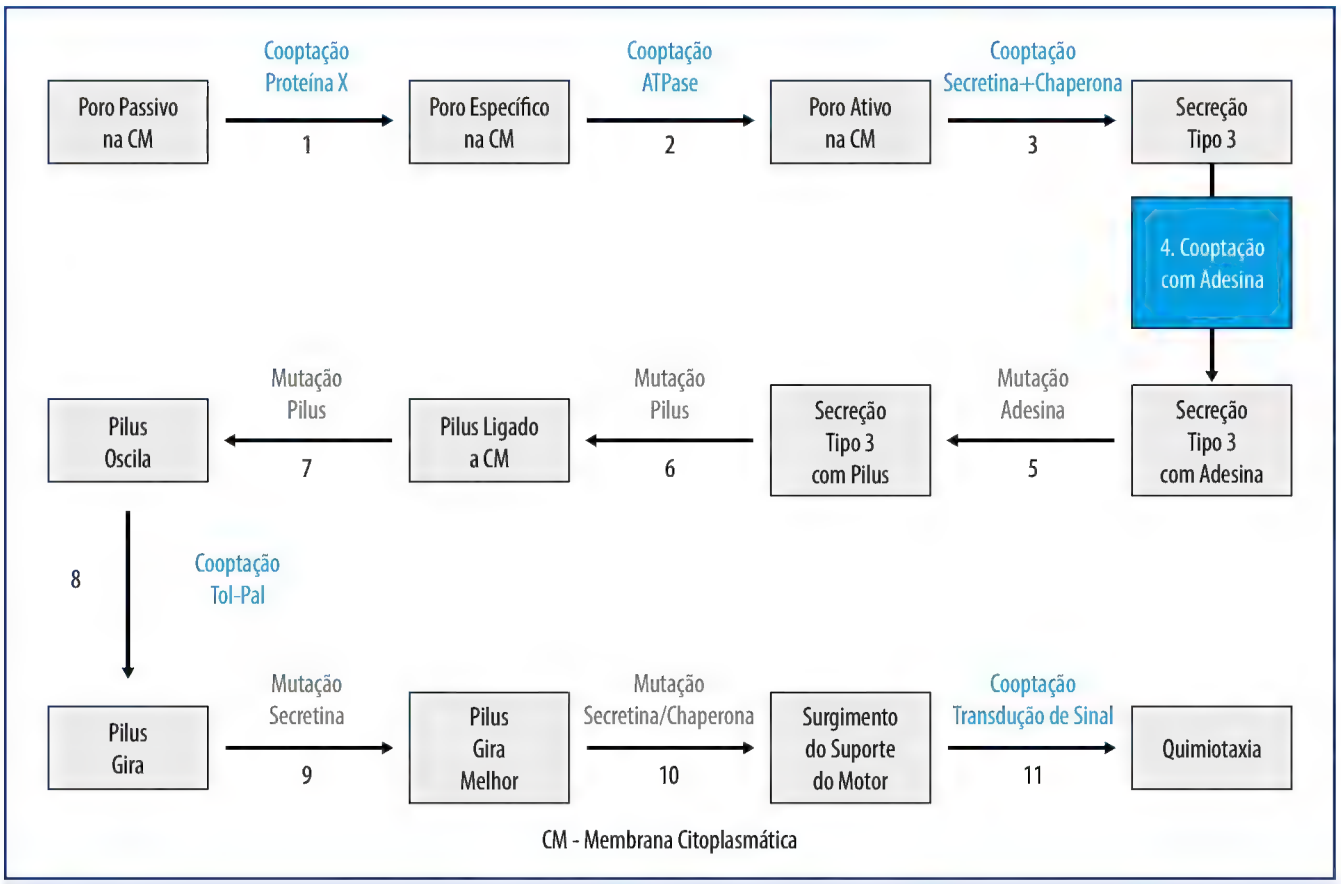


Figura 4
Evolução do motor bacteriano por meio de cooptação e mutação, de acordo com Matzke (2006).
Cooptações de proteínas existentes são mostradas em azul, sendo necessárias também as mutações. A cooptação de uma adesina através de um aparelho de secreção do tipo 3 é destacada com uma seta espessa e é usada aqui como um exemplo para testar o pré-requisito para esta etapa evolutiva.

Análise detalhada da cooptação de uma proteína adesina de acordo com a conjuntura Matzkesiana da tentativa de explicação ecológica

O principal mérito de Matzke é que sua proposta permite que se verifiquem os passos evolutivos individuais 1-11 (Fig. 4) postulados por ele, em princípio, com dados experimentais. Como exemplo, escolho o passo evolucionário 4, porque ele pode ser muito bem justificado: primeiro, o motor bacteriano tem uma função secretora. Isso já deveria ter surgido de maneira desconhecida e servir como ponto de partida. Em segundo lugar, o flagelo tem uma função de adesão, isso significa que a célula bacteriana com o flagelo pode se ligar nas superfícies. Isso foi mostrado para diferentes eubactérias. Uma função de adesão é sob certas condições uma vantagem seletiva e pode, portanto, ser estabelecida pela evolução darwiniana antes que ocorra uma função rotacional do aparelho. Terceiro, é apenas a cooptação (adoção em um novo contexto) e a mutação de uma única proteína. Não há como cooptar com menos de uma proteína, então temos um passo mínimo de cooptação à nossa frente. Quarto, pode-se imaginar que uma função de adesão ainda não ideal talvez possa ser produzida por um número manejável de mutações em uma proteína pré-adaptada. Quinto, poder-se-ia então supor que esta adesina inicial foi mais tarde transformada em flagelinas (blocos de construção do flagelo) por mutações subsequentes. O passo evolutivo 4, o qual está ilustrado na Fig. 5 de forma graficamente simplista, tenho eu como uma das transições para o processo evolutivo descrito na Fig. 4, o qual, à primeira vista, parece ser o mais fácil de se concretizar.

Quais processos devem ser postulados para que uma cooptação bem-sucedida possa se desenrolar? Matzke não tratou dos detalhes da biologia molecular. Mas são justamente estes os processos essenciais para uma avaliação significativa. Portanto, vou complementar Matzke e ar-

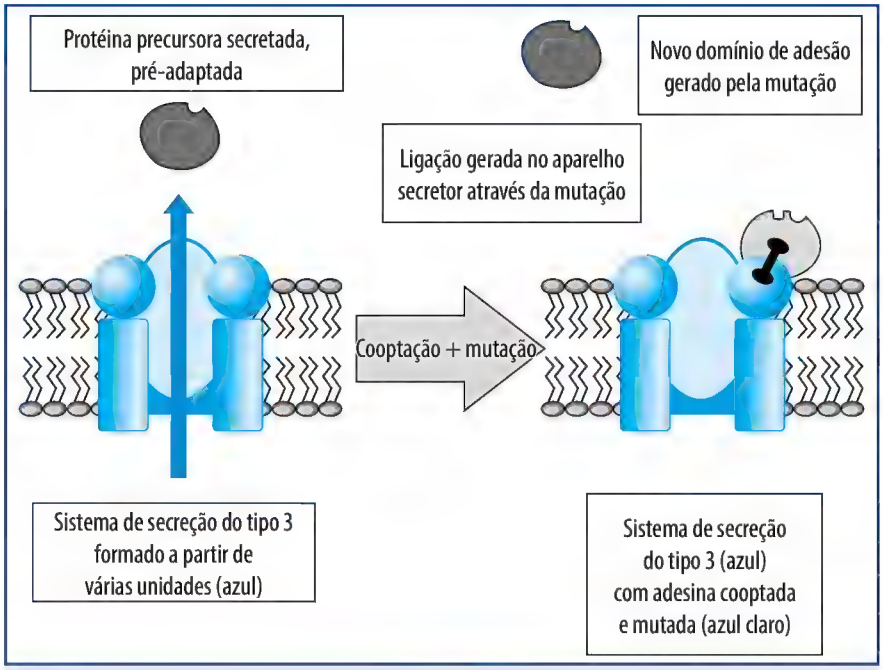


Figura 5
Cooptação e mutação de uma proteína de adesão pré-adaptada a um aparelho de secreção do tipo 3 existente.
O pressuposto aparelho de secreção delineado em azul é bastante simplificado, a proteína pré-adaptada, que é formada no citoplasma e depois secretada pelo aparelho de secreção, é mostrada na forma esférica de cor cinza. Ela já deve ter um domínio de adesão precursora. Após cooptação e mutação, a proteína agora transformada em uma adesina se liga a uma proteína do lado de fora do aparelho secretório (haltere preto) e pode se ligar a um substrato extracelular a partir daí.

gumentar neste nível no seguinte exemplo. A Fig. 6 mostra os requisitos necessários para o passo evolutivo descrito na Fig. 4.

Processos e pré-requisitos necessários	Número de mutações
Pré-adaptação do gene precursor	
Sinal de transporte para a proteína precursora existente	NECESSÁRIO
Pré-adaptação para uma função de adesão existente	NECESSÁRIO
Mutação no gene precursor	
Duplicação funcional do gene	1 MUTAÇÃO
Ligação de uma função de adesão existente	2 MUTAÇÕES
Novo domínio de acoplamento no sistema secretor	5 MUTAÇÕES
Mutações no aparelho de secreção	
Estabilização depois da ligação da adesina	MUTAÇÕES
Regulação da expressão	
Expressão no momento certo?	1 MUTAÇÃO
Expressão na quantidade certa?	MUTAÇÕES
Fixação de ambos os *loci* novos na população	-
Vantagens adaptativas suficientes da adesina?	
Evolução neutralista	

Figura 6
Resumo dos pré-requisitos e alterações que serão discutidos no texto para a cooptação e mutação de uma proteína precursora pré-adaptada para uma adesina.

Pré-adaptação do gene precursor

Primeiro, a proteína precursora que é cooptada deve atender a certos requisitos desde o início para tornar o processo evolutivo mais provável. Suponho, portanto, que esta proteína foi pré-adaptada. Deve, portanto, ter algumas características estruturais que predestinam essa proteína, por assim dizer, para a proteína de adesão necessária. Em primeiro lugar, isto requer que esteja presente um sinal de secreção que possa ser reconhecido por um aparelho de secreção; assim, essa proteína precursora deve ser uma daquelas secretadas pelo sistema de secreção tipo 3 "primitivo", que evoluiu de maneira desconhecida. Em segundo lugar, deve-se presumir que a estrutura geral da proteína trouxe consigo uma pré-adaptação a uma função de adesão. A opção mais simples[5] seria assumir que a proteína original já possuía um "domínio*" pré-ajustado, que deveria ser convertido apenas em uma nova especificidade de adesão. Isto não é incoerente porque, por exemplo, a ligação do substrato a ser clivado é necessária para cada função enzimática. Assim, a mutação não precisa gerar um domínio de adesão completamente novo, mas uma ligação de substrato existente só precisa ser transformada em uma função de adesão.

Mutações no gene precursor

1. Duplicação de genes

De um modo geral, e por uma boa razão, pensa-se que novos genes se originam principalmente

por duplicação de genes existentes, a função original é retida e a cópia duplicada é livre para aceitar por mutações uma funcionalidade modificada ou nova sem que se destrua a antiga função (Comentários, por exemplo em Hughes 1994, Ohta 1989, Roth *et al.*, 2007, Zhang 2003, Lynch 2002). Bergthorsson *et al.* (2007) descreveram uma maneira em que uma nova função poderia estabelecer-se em uma população a partir de uma função extra existente anteriormente (por assim dizer, de uma "pré-adaptação"). Em trabalhos mais recentes, o surgimento de uma nova função em duplicata é conhecida como funcionalização nova (por exemplo, Beisswanger & Stephan em 2008, Teshima & Innan 2008). As duplicações de genes são frequentemente observadas, mas é provável que o resultado seja um pseudogene disfuncional ou uma subfuncionalização. Este refere-se a uma mudança em paralelo na função do gene original e do duplicado de modo que os dois juntos executam a função do gene inicial (Hittinger & Carroll 2007 Hovav *et al.* 2008, Lynch & Vigor em 2000, Lynch *et al.*, 2001). No entanto, a neofuncionalização também pode estar sujeita à subfuncionalização (He & Zhang 2005, Rastogi & Liberles 2005). Postula-se aqui que um gene precursor pré-adaptado da proteína de adesão teria sido duplicado em primeiro lugar e, então, teria ganhado uma cópia, por mutações, com uma função de adesão (neofuncionalização, fig. 4 e 6).

2. Formação de uma função de adesão

Como se forma uma função adesina em um gene precursor, pré-adaptado duplicado? Pode-se pensar que esta proteína precursora secretada abre fontes alimentares (polissacarídeos de elevado peso molecular, proteínas, ácidos nucleicos) para a bactéria e que tem uma função enzimática correspondente para este propósito. Através deste processo, polímeros se dividirão em monômeros* que podem ser absorvidos. No entanto, essas proteínas secretadas que degradam polímeros também podem servir para destruir outras células. Por exemplo, várias destas enzimas são excretadas em microrganismos fitopatogênicos* por secreção do tipo 2 (por exemplo, Jha *et al.*, 2005). A vantagem seria que a proteína precursora já teria um local de ligação. Esta deveria agora ainda ser reconstruída de tal forma que uma ligação confiável sem que ocorra atividade enzimática. A vantagem seletiva da ligação de uma bactéria a um substrato abiótico ou a uma superfície da planta é óbvia.

É possível estimar o número de mutações necessárias na proteína original? Como um modelo simples, considere-se uma enzima degradadora de polissacarídeos (tais enzimas secretadas são comuns). Ela tem uma função enzimática que decompõe os polissacarídeos em monômeros ou oligômeros (uma combinação de apenas alguns dos mesmos blocos fundamentais). Isso envolve a ligação de substrato, que pode ser convertido em um domínio de adesão. Se substratos muito semelhantes estiverem disponíveis, a especificidade ou a afinidade de ligação a polissacarídeos* podem ser alteradas por mutações pontuais individuais (por proteínas de ligações polissacarídicas (ver, por exemplo, Simpson *et al* 2000). Para as atividades enzimáticas, há muitos destes casos, ver Junker & Scherer 2006, 143F.). Se for preciso gerar uma nova ligação a partir de ponto de ligação polissacarídica para outros tipos de carboidratos, então o número necessário de mutações fica entre quatro e dez alterações de aminoácidos (Gunnarsson *et al.* 2004, Fig. 5). As condições para o sucesso no exemplo aqui considerado são:

(i) a função enzimática é destruída,
(ii) a função de ligação no momento obtida é mantida e
(iii) é projetada para ter uma afinidade suficientemente alta com o substrato para assegurar uma ligação firme da bactéria.

Alternativamente, pode-se imaginar que uma "adesina" intracelular, a qual poderia potencialmente ligar polissacarídeos bacterianos[6], se converteu em uma adesina que reconhece uma matriz de polissacarídeo extracelular. Seria talvez possível conseguir-se a transformação do lado ativo da proteína de um jeito ou de outro por meio de apenas duas mutações pontuais? Além disso, em outras palavras, embora nenhum experimento seja conhecido, seria possível testar essa afirmação.[7]

3. Acoplamento da Proteína de Adesão à Máquina de Secreção (Cooptação)

Uma proteína de adesão livre não traz nenhuma vantagem seletiva para a célula, a proteína deve ser acoplada à superfície da célula. Para que uma evolução

consecutiva possa ser postulada para o motor bacteriano, deve acontecer o acoplamento de uma das proteínas localizadas no lado externo da célula do aparelho de secreção de tipo 3 (T3SS) já existente.[8] Trata-se do reaparecimento de um acoplamento de proteína-proteína altamente estável, não-covalente. Quantas mutações são necessárias? A geração de novas especificidades de ligação em proteínas por meio de evolução feita em laboratório tem se desenvolvido numa área em expansão nas pesquisas devido aos interesses biotecnológicos (resumos em Bershtein & Tawfik 2008, Kaur & Sharma 2006). Aqui nos interessam os casos em que, a partir de uma estrutura precursora que já tem capacidade de ligação (assim chamadas cadafalso[9], Skerra 2007), um novo domínio de ligação é gerado, no qual, são considerados no presente contexto apenas processos aleatórios puros, isto é, a formação inicial de uma função de ligação. A evolução darwiniana otimizada, a qual se constrói a partir de funções já existentes e as modifica por meio do controle seletivo, seria inevitavelmente esperada no curso da evolução.

Por múltiplas razões biotecnológicas, novos pontos de ligação foram gerados. A partir dos dados pode-se deduzir que uma ligação suficientemente forte para a secreção necessita talvez de apenas cinco alterações de aminoácidos na proteína precursora. Deve ser adicionalmente notado que as mudanças de aminoácidos que conduzem ao acoplamento no aparelho de secreção não mudam o ponto de adesão da proteína no substrato externo. Talvez o número cinco seja bastante subestimado (Scherer 2010).

Mutações no aparelho secretório

A proteína de adesão acopla-se assim ao aparelho de secreção. Isto tem um número de consequências que estão resumidas na Fig. 7. Em primeiro lugar, a ligação de uma proteína a outra proteína frequentemente inibe a função da primeira proteína, fato que se usa em biologia molecular já há muitos anos para demonstrar que uma proteína exerce exatamente uma função específica (por exemplo, inibição de uma reação através da ligação do anticorpo). No entanto, isso seria inaceitável no nosso caso, porque o aparelho de secreção deve necessariamente permanecer funcional. Por conseguinte, é proposto também que o aparelho de secreção primeiro seja modificado na proteína de acoplamento em questão por meio de mutações de modo a que a função desta proteína não seja inibida em demasia. Além disso, estas alterações não devem prejudicar a função das outras proteínas do aparelho de secreção que são parceiras de ligação da proteína de secreção envolvida. Talvez isso exija mais mutações. Mutações que cancelam um resultado negativo de uma mutação prévia são conhecidas como mutações compensatórias (referência, por exemplo, em Ferrer-Costa *et al.*, 2007).

Uma complicação adicional poderia surgir a partir do aparecimento de forças mecânicas que anteriormente não estavam ativas. Deve-se ter em mente que, quando uma bactéria se liga a um substrato sólido, mesmo em ligações fracas, enormes forças de tração e cisalhamento atuam no aparelho de secreção, porque seu tamanho em relação à massa total da célula é muito peque-

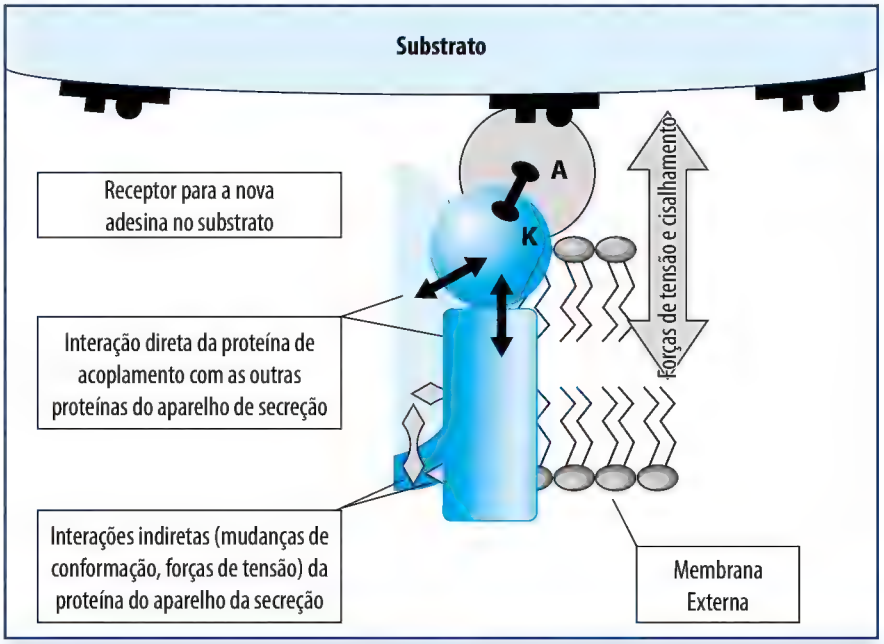


Figura 7
Interações do aparelho de secreção/adesina com o substrato para a adesão e consequentes interações, bem como seu significado para a interação de diferentes proteínas do aparelho de secreção (representação esquemática), detalhes no texto.

no. Isso é verdade mesmo que uma célula faça várias cópias do aparelho de secreção. As diversas interações proteína-proteína dentro do aparelho de secreção certamente não são projetadas para essas forças de tração, e esse problema provavelmente teria que ser compensado por mutações compensatórias.

Quantas mutações compensatórias deste tipo são necessárias? Ninguém sabe a resposta para esta questão, o esclarecimento experimental é provavelmente difícil, e, portanto, neste ponto, só pode haver um ponto de interrogação no momento.

Regulação da expressão da adesina

Para que uma construção inteira funcional emerja, é necessário que o controle da expressão gênica da adesina duplicada e mutada seja razoavelmente apropriada. A nova adesina precisa ser produzida mais ou menos no momento certo e na quantidade certa (otimizações por meio da evolução darwiniana subsequente não são problemas fundamentais). Os elementos reguladores associados devem surgir simultaneamente por mutação. Por um lado, não podem ser estimadas atualmente com base nos dados quantas mudanças na estrutura do promotor do gene duplicado são necessárias para isso. Por outro lado, poder-se-ia postular que o gene duplicado é transferido por recombinação intracromossômica não homóloga em um *operon* do aparelho de secreção, de tal modo que se teria ao mesmo tempo o controle da expressão temporal e talvez a quantidade produzida coincidentemente também seria correta. Quão frequentemente ocorre uma tal recombinação local intracromossômica dupla?

Dados confiáveis para tais frequências na minha opinião praticamente não existem, mas eu estimo que seja inferior a 10^{-9} por célula e replicação (Hülter & Wackernagel 2008).

Fixação dos dois novos *loci* na população

Frequentemente, as hipóteses evolutivas não mencionam um detalhe importante. Pressupondo-se tudo o que foi mencionado anteriormente, as mudanças de alguma forma aconteceram e agora a célula bacteriana afetada ainda precisa prevalecer contra suas concorrentes. Por um lado, isso só terá sucesso se o coeficiente de seleção positiva for suficientemente forte. Mas, a despeito disso, há uma chance significativa de que, apesar de um coeficiente de seleção positivo, a nova construção desapareça pela deriva genética antes de ter a chance de se impor pela seleção.

A fixação de mutações em uma população também pode ser feita por evolução neutralista e, portanto, inicialmente sem seleção darwiniana. O potencial da evolução neutralista é discutido em Junker & Scherer (2006, 139f e 162f.). Ali se explica por que a Teoria neutralista da evolução, tão significativa na compreensão dos processos evolutivos, a meu ver, não oferece neste momento uma solução convincente para o problema da macroevolução em um nível molecular.

Pode a probabilidade da formação de um motor bacteriano ser estimada?

Como a discussão acima mostrou, a história evolutiva de Matzke pode ser contada com muito mais detalhes. O primeiro permite uma verificação (*reality check*) rudimentar da história. Algumas outras podem ser estimadas com base em dados, outros têm carência (ainda?) de dados contraditórios. No momento pode-se muito bem, ao meu ver, se concluir que a probabilidade geral para o passo evolutivo considerado é muito pequena. Quão pequeno? Behe (1996b) diz:

> *"No entanto, à medida que a complexidade de um sistema em interação aumenta, a probabilidade de tal rota indireta cai bruscamente. E, à medida que o número de sistemas biológicos inexplicáveis, irredutivelmente complexos, aumenta, nossa confiança de que o critério de falha de Darwin foi atingido dispara ao máximo que a ciência pode permitir".*

Essa é uma afirmação arrojada. É possível dar um número à "probabilidade" ou "improbabilidade" para a evolução de um motor bacteriano? Pode-se ter o número de mutações estimadas como independentes umas das outras, multiplicar suas frequências individuais e, em seguida, obter um número minúsculo para a ocorrência simultânea de eventos em uma célula durante uma geração. Além do problema da evolução neutralista, que torna essa estimativa impossível de qualquer maneira (Junker & Scherer 2006, 162f.), cada núme-

ro concreto falsificaria uma exatidão irrealista do resultado. Se o número resultante fosse muito pequeno, poderia levar à conclusão de que isso iria refutar a evolução do motor bacteriano. Este não é o objetivo de minhas observações (ver abaixo). O fato é que o banco de dados científicos para a estimativa de uma probabilidade total não está disponível atualmente.

O cenário evolutivo de Matzke não é uma hipótese confiável para a origem do motor de rotação bacteriana?

Em minha opinião, a hipótese de cooptação de Matzke sobre a evolução do flagelo bacteriano não é cientificamente confiável por causa das seguintes razões entre outras.

São todos os estágios intermediários do modelo de Matzke seleções positivas?

Em alguns dos passos evolutivos postulados por Matzke, permanece questionável saber se os passos evolutivos postulados realmente têm uma vantagem seletiva. Não é óbvio, à primeira vista, se por exemplo, os passos 5-8 da Fig. 4 são positivos para a seleção, mas esta questão deve ser discutida em detalhes.

O problema da transformação fundamental das estruturas por mutações

Se alguém quiser avaliar se um passo evolutivo postulado poderia realmente ter ocorrido de uma determinada forma ou de forma semelhante, então faz-se necessário aprofundar-se muito mais na genética molecular e detalhes mecanicistas, do que foi feito por Matzke (2006). Da história evolutiva proposta por Matzke para o surgimento do motor bacteriano (Fig. 4) foi selecionado um dos passos mais simples e mais facilmente justificáveis, e foram analisadas as modificações presumivelmente necessárias nas estruturas envolvidas. Isso resulta em toda uma série de sérios problemas não resolvidos. Minha conclusão dessa discussão é simples: não se sabe como seria possível adquirir uma adesina através de cooptação e variação ao longo da origem hipotética do motor bacteriano. Obviamente poderia ser que fatores importantes tenham sido esquecidos e que, de alguma forma, a cooptação de uma proteína de adesão ocorra em um aparelho secretor de outra maneira. Talvez mais análises ou outras teorias resolvam o problema. Então, a seguinte dificuldade resultaria, como mostrada abaixo.

O problema da canalização evolutiva

Se o coeficiente de seleção for grande o suficiente, uma função de adesão inicial primitiva prevalecerá em uma população e, além disso, será otimizada necessariamente no decorrer da evolução pelo mecanismo de seleção darwiniano, o qual representa uma obrigatoriedade biológica. Isto será feito gradualmente por mutações únicas no local de ligação e noutras partes na adesina e no aparelho secretor. Quanto mais esse processo de otimização progride, mais difícil se torna adicionar uma nova propriedade a essa função, como a formação de *pilus* com canal ou rotação. Como resultado, uma função de adesão (se surgir) deve levar a um beco sem saída evolutivo em relação à formação de um flagelo rotativo.

O problema da limitação do espectro de variação através de funções múltiplas

A partir de Matzke, postula-se que várias adesinas se acoplam umas às outras, formando assim complexos de adesina que aumentam a função de ligação (Matzke 2006, nivel 3b). Assim, para que o sistema de secreção não seja prejudicado na sua função, é necessário postular com Matzke que as adesinas monoméricas se montem num anel multimérico (múltiplas partes) sobre o aparelho secretor e, assim, formem um poro através do qual proteínas secretadas possam encontrar o seu caminho para o exterior. Isto seria para uma função de adesão, algo completamente desnecessário, e exigiria um número desconhecido de alterações adicionais para as proteínas de adesão, de modo que elas possam se ligar umas às outras e ao aparelho secretor e então formar o canal de secreção. Um aumento do número de proteínas de adesão seria muito mais fácil de se conseguir através da ligação das adesinas às estruturas superficiais da célula, as quais não influenciam em absoluto a função de secreção.

O problema geral subjacente é a limitação do espectro de variação e, portanto, as possibilidades evolutivas quando as estruturas têm que desempenhar uma função dupla (ou devam executar mais tarde) – aqui, uma única proteína que (1) já tem uma função de adesão, (2) forma adicionalmente um canal secretor e (3) mais tarde, move-se em rotação e é otimizada para aumentar a adesão ou para formar um canal secretor. Ambos, ao mesmo tempo, é algo muito improvável porque apenas algumas mutações serão eficazes devido à função dupla requerida. Em contraste, haverá muitas mutações que melhoram a função de adesão. A "coação de otimização» incorporada no processo de seleção darwiniana não levará à formação de um canal secretor adesivo, mas a uma adesão otimizada. Em outras palavras, Matzke preparou o anel de proteínas de adesão apenas porque precisa dele como um precursor para a evolução dos flagelos em seu modelo, introduzindo assim uma perspectiva teleológica encoberta (ver Scherer, 2010). Mas se, ao contrário do esperado, for formado um canal de secreção, o espaço de variação para uma rotação subsequente dele mesmo é mais restrito (canalização evolutiva).

O modelo de Matzke não é discutido na literatura

Até onde eu sei, o modelo de Matzke ainda não é discutido na literatura científica sobre evolução biológica e microbiológica.[10] Isso é surpreendente porque a evolução do flagelo bacteriano é o principal exemplo público na discussão do *design* inteligente nos Estados Unidos. Além disso, modelos evolutivos mecanicistas alternativos (e, portanto, teoricamente testáveis) não foram propostos até o momento. É possível concluir que os especialistas – se é que tomaram nota disso - consideram o modelo de Matzke não convincente?

Juntamente com Mark Pallen, Matzke apresentou uma publicação abrangente sobre a evolução do motor bacteriano, a qual vale a pena ler, em um jornal especializado e líder mundial em microbiológica (Pallen & Matzke 2006). Porém os dois autores não discutiram e nem usaram o modelo proposto por Matzke apresentado acima na sua própria publicação.[11] No entanto, Johannes Sikorski elogiou recentemente, de forma extensiva, o modelo de Matzke, sem qualquer crítica ou modificação como um "modelo impressionante e forte para a evolução do sistema flagelar bacteriano" (2009, 278). Esta avaliação não corresponde aos dados disponíveis (ver acima) e pelo menos até agora, não é apoiada pela comunidade científica.

Sobre a importância das lacunas explicativas na pesquisa evolutiva

No geral, nem na literatura científica principal nem na literatura popular existe um modelo plausível e mecanicamente fundamentado para a primeira geração do motor rotacional bacteriano. A alegação de que a evolução do motor bacteriano está fundamentalmente esclarecida (Doolittle & Zhaxybayeva 2007, Liu & Ochman 2007b, Matzke 2006, Miller 2004, Musgrave 2004, Pallen & Matzke 2006, Wong *et al.*, 2007) não está, portanto, sustentada por dados científicos. Trata-se, na minha opinião, de uma lacuna significativa para a explicação da pesquisa biológica evolutiva. Esta avaliação preliminar não é de forma alguma o fim da discussão, mas um convite para desenvolver ativamente todos os argumentos relevantes para a questão da evolução do motor da bactéria.

"Deparamos-nos com uma lacuna explicativa, porque não existe um processo hipotético específico ou essa lacuna existe porque ainda sabemos muito pouco?"

Como cientistas, não podemos explicar muita coisa. Mas o que podemos concluir, em particular, das lacunas explicativas da pesquisa biológica evolutiva? Deparamo-nos com uma lacuna explicativa, porque não existe um processo hipotético específico ou essa lacuna existe porque ainda sabemos muito pouco? Em princípio, questões não resolvidas motivam a pesquisa, neste caso a pesquisa evolutiva (Figura 8, esquerda). Isto irá, em todos os casos, gerar mais dados que possam fechar a lacuna explicativa. A biologia evolutiva teria então uma solução satisfatória para esse problema. A pesquisa evolutiva livre de qualquer viés é, portanto, imperativa, e isso deve ser indiscutível entre os biólogos, não importa qual visão de mundo. Se novos dados não fornecem uma solução – bem, então é preciso se pesquisar mais.

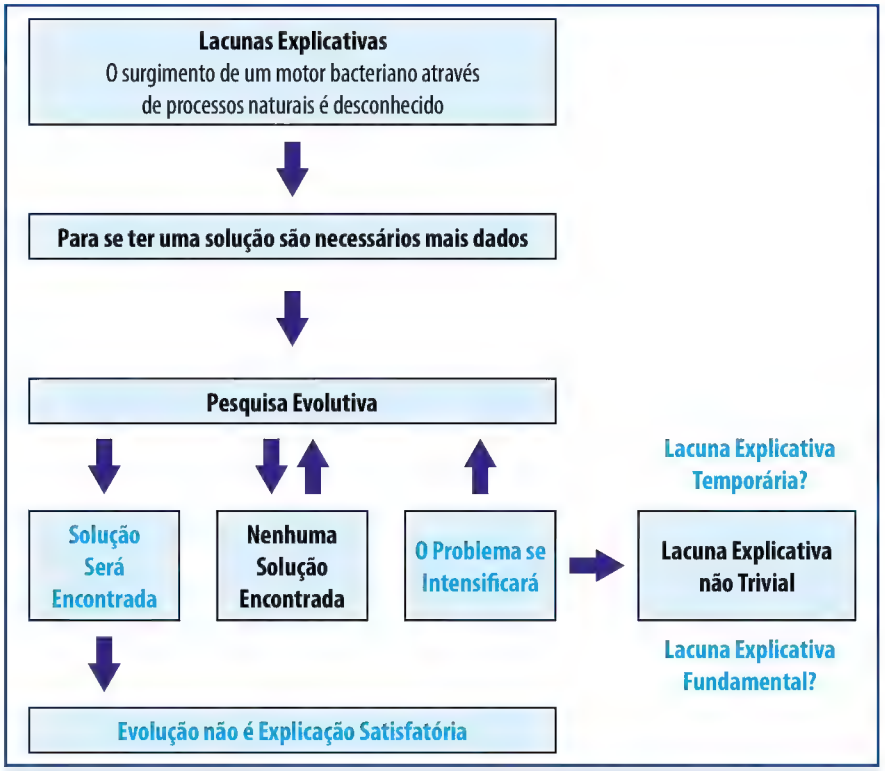


Figura 8
Consequências das lacunas explicativas da biologia evolutiva
(de acordo com Scherer 2009, modificado)

A experiência tem mostrado que este ciclo é muitas vezes executado e muitos problemas terão no final uma solução científica. Alguns porém não.

Pode ocorrer que, no âmbito de pesquisas experimentais e teóricas, não se encontre uma solução, mas sim, um agravamento do problema. Pode ser que o problema tenha levado a uma lacuna explicativa que não pode ser fechada pela aplicação das técnicas e teorias conhecidas atualmente. Eu chamo a tal de lacuna de explicação "não trivial". Na minha opinião, em tal situação, três posturas serão tomadas, que vou mencionar brevemente abaixo.[12]

O caso 1 é a atitude naturalista: acredita-se que há certamente um caminho e, mais cedo ou mais tarde, alguém o encontrará. Então a lacuna explicativa seria temporária. Neste caso, será assumido que pesquisas futuras resolverão o problema. Isso dificilmente pode ser descartado. No entanto, a possibilidade de que a "não explicabilidade" realmente exista não pode ser descartada antecipadamente. Qualquer um que diante de uma "não explicabilidade" rejeite fundamentalmente a possibilidade de uma "não explicabilidade" de uma estrutura biológica, manifesta uma crença. Se, de fato, não houvesse mecanismo natural para o desenvolvimento do motor bacteriano, a atitude naturalista levaria a uma tautologia inconclusiva. Em certo sentido, seria uma renúncia à explicação,[13] mesmo se o motor bacteriano fosse de fato uma estrutura criada.

O caso 2 é a atitude do *Design* Inteligente (ID), que avalia a não explicação no contexto dos traços distintivos típicos do *designer* como uma suspeita da não explicabilidade: Não existe um modo natural de criar uma máquina molecular como o motor bacteriano. No entanto, isso poderia ter sido construído por um *designer* de uma maneira desconhecida. A lacuna explicativa seria fundamental. No entanto, quem conclui a partir da descoberta da "não explicação" para a "não explicabilidade" de uma estrutura biológica manifesta uma crença. A posição do ID poderia levar a pesquisa a ser abandonada porque é considerada impossível. Mas se fosse solucionável? Talvez daqui a alguns anos possamos ter uma explicação plausível para a origem natural do motor bacteriano? Uma vez que esse poderia ser o caso, segue-se uma abordagem adequadamente entendida do *design* para a pesquisa em biologia evolutiva: o ganho de conhecimento é necessário para que se possa descobrir se lacunas explicativas são potencialmente fundamentais ou se a abordagem do *design* impossibilita a descoberta de uma explicação natural.

Caso 3 é, no fim das contas, a atitude da espera: não se pode tomar uma decisão sobre o caso, pois há uma lacuna explicativa que, simplesmente à primeira vista, continua assim. Eu conheço alguns biólogos que apoiam essa opinião. Como cientista, compartilho essa atitude, mas ela não deve ser entendida num sentido resignativo e agnóstico. Caso contrário, o perigo existiria que a pesquisa seja dispensada porque se acredita que, de todo jeito, não se pode saber nada com certeza.

Entre o Caso 1 e o Caso 2, na minha opinião, existe uma diferença fundamental. Poderia ser (e que, no passado, foi muitas vezes o caso) que a decisão de lacunas explicativas são temporárias, pode ser claramente tomada. Este seria o caso do motor bacteriano, se uma hipótese de origem evolutiva plausível fosse formulada no futuro. É muito difícil dizer com certeza se uma lacuna no conhecimento é fundamental, porque nunca se sabe se, talvez, uma explicação científica para uma determinada lacuna de conhecimento evolutivo será explorada no futuro. Até onde eu posso ver, qualquer interpretação de ID está sujeita em princípio a uma ressalva.

Qualquer que seja a atitude tomada independentemente do motivo – em pesquisas evolutivas posteriores, assim como em suas críticas científicas – não há como escapar desta questão. Tanto a renúncia a novas pesquisas evolucionistas quanto a renúncia ao questionamento crítico de seus resultados seriam hostis à ciência. A primeira está no criacionismo ideológico[15], e a segunda é uma marca do evolucionismo fundamentalista[16].

A pesquisa evolutiva sempre fornecerá informações importantes sobre o escopo e os limites da pesquisa científica dos processos da evolução. Como biocientista, não posso e não quero descartar que a pesquisa evolutiva futura encontrará explicações naturais satisfatórias para a origem da vida, o motor bacteriano e a impressionante complexidade da vida. Se houver tais explicações, contribuirei para sua exploração de acordo com minhas possibilidades. Da mesma forma, não se pode descartar neste momento que a lacuna de explicação da pesquisa biológica evolutiva apresentada neste artigo não é apenas temporária, mas de natureza fundamental. Isso seria uma indicação de criação? Como cientista, não posso responder a essa pergunta.

Observações inseridas no texto

1) Isto também se aplica à seção correspondente em Junker & Scherer (2006), ver Scherer (2010).
2) Uma série inteira de outros aspectos são discutidos em Scherer (2010).
3) Por razões de espaço, o movimento do *Design* Inteligente não pode ser abordado neste ponto, então refiro-me a Junker (2009) e Rammerstorfer (2010).
4) O vídeo que está disponível em http://www.youtube.com/watch?v=SwwTwNPyR9w apresenta a história evolutiva como se não tivesse nenhuma questão em aberto, e é incrivelmente convincente e bem apropriado para o leigo. Infelizmente este vídeo só serve para o emburrecimento do espectador ignorante.
5) Seria ainda mais simples se uma proteína de adesão funcional já fosse cooptada. No entanto, isso teria sido ancorado em outras partes da membrana externa, pelo que já se sabe de várias outras adesinas. Neste caso, no entanto, a mudança para o aparelho de secreção não criaria uma nova função e, portanto, não levaria a uma aptidão mais alta.
6) Talvez na parede celular da mureína (um heteropolissacarídeo ligado a peptídeos, presente na parede celular de procariontes)? Conhece-se um grande número de domínios de ligação de polissacarídeos de enzimas bacterianas.
7) Este é um exemplo de como as análises críticas da evolução podem avançar a pesquisa evolutiva.
8) Se requisitado, não se tem obviamente, como narrador da história, a necessidade imediata de que o caminho evolucionário deva levar na direção do flagelo.
9) Com relação ao termo cadafalso (*Scaffold*) deve-se entender uma proteína que, como uma construção global, já possui características essenciais que são importantes para a nova função que se vai construir. Um cadafalso é, de certo modo, uma proteína pré-adaptada, embora este não seja o termo usado no jargão biotecnológico.
10) Isso também se aplica ao único caso que eu já conheci em que o texto da Internet de Matzke foi citado em um periódico revisado por pares (Pallen *et al.*, 2006). Se houver outro trabalho, agradeço pela indicação.
11) O modelo de Matzke não é sequer citado como referência, o texto não se refere a

ele, apenas o título e o endereço de Internet do trabalho de Matzke são mencionados no apêndice em "Informações Adicionais".

12) Uma quarta solução, às vezes escolhida, consiste na negação: diz-se simplesmente que não há problema algum, porque a teoria da evolução já resolveu todos os problemas fundamentais (não os numerosos detalhes). Portanto, não haveria crítica fundamental válida. Essa atitude existe tanto nos círculos ateístas e cristãos e pode ser discutida objetiva e cientificamente. Mas isso só é possível se existir a disposição para disputas científicas objetivas e abertas. Embora isso deva ser auto evidente entre os cientistas, a experiência mostra que tal disposição não pode ser prontamente assumida quando as posições não são apenas científicas, mas também ideológicas.

13) O termo "explicação" não deve ser entendido aqui no sentido científico natural (ou seja, uma derivação de leis e condições de contorno).

14) Há variações dos movimentos ID nos EUA que são motivados politicamente os quais tentam fazer surgir um *designer* a partir de dados científicos. Eu considero uma passagem de fronteira inadequada.

15) Nem todos os representantes do criacionismo têm uma mentalidade ideológica.

16) Nem todos os evolucionistas são fundamentalistas.

Bibliografia

Behe M (1996a) "Darwin's Black Box". New York.

Behe M (1996b) "Evidence for Intelligent Design from Biochemistry", http://www.arn.org/docs/behe/mb_idfrombiochemistry.htm.

Beisswanger S & Stephan W (2008) "Evidence that strong positive selection drives neofunctionalization in the tandemly duplicated polyhomeotic genes in Drosophila". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 5447-5452.

Bergthorsson U, Andersson DI & Roth JR (2007) "Ohno's dilemma: evolution of new genes under continuous selection". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104, 17004-17009.

Bershtein S & Tawfik DS (2008) "Advances in laboratory evolution of enzymes". *Curr. Opin. Chem. Biol.* 12, 151-158.

Chevance FF & Hughes KT (2008) "Coordinating assembly of a bacterial macromolecular machine". *Nat. Rev. Microbiol.* 6, 455-465.

Doolittle WF & Zhaxybayeva O (2007) "Evolution: reducible complexity – the case for bacterial flagella". *Curr. Biol.* 17, R510-512.

Ferrer-Costa C, Orozco M & de la Cruz X (2007) "Characterization of compensated mutations in terms of structural and physico-chemical properties". *J. Mol. Biol.* 365, 249-256.

Galan JE (2008) "Energizing type III secretion machines: what is the fuel?" *Nat. Struct. Mol. Biol.* 15, 127-128.

Galan JE & Wolf-Watz H (2006) "Protein delivery into eukaryotic cells by type III secretion machines". *Nature* 444, 567-573.

Gene M (2003) "Evolving the bacterial flagellum through mutation and cooption". *In*: http://www.idthink.net/biot/index.html, files flag1-flag7. pp.

Gene M (2007) "The Design Matrix. A consilience of clues". Arbo Vitae Press, USA.

Guerry P (2007) "Campylobacter flagella: not just for motility". *Trends Microbiol.* 15, 456-461.

Gunnarsson CL, Karlsson EN, Albrekt AS, Andersson M, Holst O & Ohlin M (2004) "A carbohydrate binding module as a diversity-carrying scaffold". *Prot. Eng. Design Sel.* 17, 213-221.

He X & Zhang J (2005) "Rapid subfunctionalization accompanied by prolonged and substantial neofunctionalization in duplicate gene evolution". *Genetics* 169, 1157-1164.

Hittinger CT & Carroll SB (2007) "Gene duplication and the adaptive evolution of a classic genetic switch". *Nature* 449, 677-681.

Hovav R, Udall JA, Chaudhary B, Rapp R, Flagel L & Wendel JF (2008) „Partitioned expression of duplicated genes during development and evolution of a single cell in a polyploid plant". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 105, 6191-6195.

Hughes AL (1994) "The evolution of functionally novel proteins after gene duplication". *Proc. Biol. Sci.* 256, 119-124.

Hülter N & Wackernagel W (2008) "Double illegitimate recombination events integrate DNA segments through two different mechanisms during natural transformation of Acinetobacter baylyi". *Mol. Microbiol.* 67, 984-995.

Jarrell KF & McBride MJ (2008) "The surprisingly diverse ways that prokaryotes move". *Nat. Rev. Microbiol.* 6, 466-476.

Jha G, Rajeshwari R & Sonti RV (2005) "Bacterial type two secretion system secreted proteins: double-edged swords for plant pathogens". *Mol. Plant-Microbe Interact.* 18, 891-898.

Junker R (2009) "Spuren Gottes in der Schöpfung?_Eine kritische Analyse von Design-Argumenten in der Biologie". *Studium Integrale.* Holzgerlingen.

Junker R & Scherer S (2006) "Evolution, ein kritisches Lehrbuch". Weyel Verlag, Gießen

Kaur J & Sharma R (2006) "Directed evolution: an approach to engineer

enzymes". *Crit. Rev. Biotechnol.* 26, 165-199.

Liu R & Ochman H (2007b) "Stepwise formation of the bacterial flagellar-system". *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 104, 7116-7121.

Lynch M (2002) "Genomics. Gene duplication and evolution". *Science* 297, 945-947.

Lynch M & Force A (2000) "The probability of duplicate gene preservation by subfunctionalization". *Genetics* 154, 459-473.

Lynch M, O'Hely M, Walsh B & Force A (2001) "The probability of preservation of a newly arisen gene duplicate". *Genetics* 159, 1789-1804.

Matzke NJ (2006) "Evolution in (Brownian) space: a model for the origin of the bacterial flagellum". *In:* http://www.talkdesign.org/faqs/flagellum.html. Edição stualizada em 2003.

Miller KR (2004) "The Flagellum Unspun". *In*: "Debating Design: from Darwin to DNA. W. Dembski & M. Ruse (eds). New York.: Cambridge University Press, pp. 81-97.

Musgrave I (2004) "Evolution of the bacterial flagellum". *In*: Young M & Edis T (eds) "Why intelligent design fails". New Brundswick: Rudgers University Press, pp. 72-84.

Ohta T (1989) "Role of gene duplication in evolution". *Genome* 31, 304-310.

Pallen MJ & Matzke NJ (2006) "From The Origin of Species to the origin of bacterial flagella". *Nat. Rev. Microbiol.* 4, 784-790.

Piatigorsky J (1992) "Lens crystallins. Innovation associated with changes in gene regulation". *J. Biol. Chem.* 267, 4277-4280.

Piatigorsky J (2003) "Gene Sharing, Lens Crystallins and Speculations on an Eye/Ear Evolutionary Relationship". *Integr. Comp. Biol.* 43; 492-499.

Rammerstorfer M (2010) "Lebewesen und Design. Eine Einführung". Norderstedt.

Rastogi S & Liberles DA (2005) "Subfunctionalization of duplicated genes as a transition state to neofunctionalization". *BMC Evol. Biol.* 5, 28.

Roth C, Rastogi S, Arvestad L, Dittmar K, Light S, Ekman D & Liberles DA (2007) "Evolution after gene duplication: models, mechanisms, sequences, systems, and organisms". *J. Exp. Zoolog. B. Mol. Dev. Evol.* 308, 58-73.

Scherer S (1983) "Basic functional states in the evolution of cyclic photosynthetic electron transport". *J. Theor. Biol.* 104, 289-299.

Scherer S (2009) "Makroevolution molekularer Maschinen. Konsequenzen aus den Wissenslücken evolutionsbiologischer Naturforschung". *In*: Hahn HJ, McClary R & Thim-Mabrey C (eds), Atheistischer und jüdisch-christlicher Glaube: Wie wird Naturwissenschaft geprägt?" Norderstedt: Books on Demand, pp. 95-149.

Scherer S (2010) "Die Entstehung des bakteriellen Rotationsmotors ist unbekannt. www.evolutionslehrbuch.info/teil-4/kapitel-09-04-r01.pdf

Sikorski J (2009) "Die bakterielle Flagelle – Stand der Forschung zu molekularem Aufbau, Diversität und Funktion". *In*: Neukamm M (ed) "Evolution im Fadenkreuz des Kreationismus". Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, pp. 262-301.

Simpson PJ, Xie H, Bolam DN, Gilbert HJ & Williamson M P (2000) "The structural basis for the ligand specificity of family 2 carbohydrate-binding modules". *J. Biol. Chem.* 275, 41137-41142.

Skerra A (2007) "Alternative non-antibody scaffolds for molecular recognition". *Curr. Opin. Biotechnol.* 18, 295-304. "

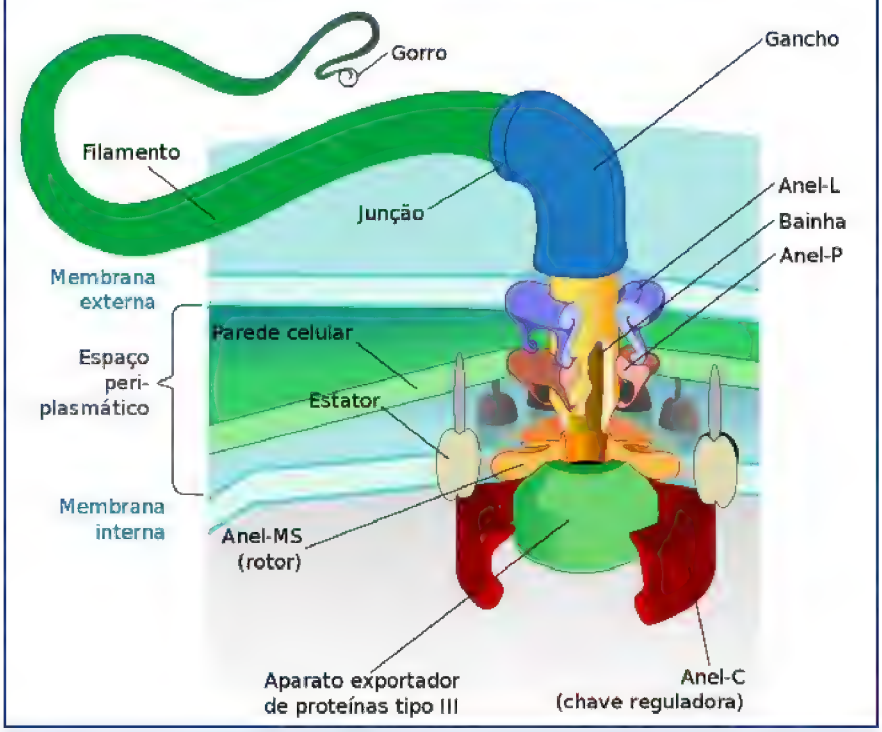
Teshima KM & Innan H (2008) "Neofunctionalization of duplicated genes under the pressure of gene conversion". *Genetics* 178, 1385-1398.

Wadhams GH & Armitage JP (2004) "Making sense of it all: bacterial chemotaxis". *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* 5, 1024-1037.

Wong T, Amidi A, Dodds A, Siddiqi S, Wang J, Yep T, Tamang DG & Saier MH (2007) "Evolution of the bacterial flagellum". *Microbe* 2, 335-340.

Zhang J (2003) "Evolution by gene duplication: an update". *Trends Ecol. Evol.* 18, 292-298.

ACASO OU PLANEJAMENTO?



Acessar nas páginas 457 e 458 e nas páginas 466 e 467 deste Tópico 4.1 do Compêndio respectivamente as Notícias "Flagelo Bacteriano" e "A Complexidade do Flagelo Bacteriano" em complementação a este artigo.

FILOSOFIA ESTRUTURAS CONCEITUAIS E IDEOLOGIAS

A CONSCIÊNCIA E SEU LUGAR NA NATUREZA: UM DEBATE FILOSÓFICO, CIENTÍFICO E TEOLÓGICO SOBRE O CLÁSSICO PROBLEMA MENTE-CORPO

Por questões práticas, para a compreensão dos fins propostos neste artigo, o autor se restringirá à investigação sobre a consciência ou espírito restrita apenas ao homem. No entanto, é reconhecimento do autor e da classe acadêmica que o debate sobre a consciência não está circunscrito apenas à espécie humana. Desde a década de 1980, pesquisas e descobertas sobre a consciência animal têm sido largamente debatidas em outras espécies animais, inclusive nos mamíferos (respeitando obviamente os devidos graus de consciência entre espécies animais). O Manifesto de Cambridge, promulgado em 7 de julho de 2012, foi a celebração da voz científica, atestando globalmente o reconhecimento da "sensciência" animal.

Edmar Gomes Rodrigues

Edmar G. Rodrigues é Doutor, mestre e bacharel em filosofia, respectivamente pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e Faculdade Católica de Uberlândia (FACU), atual PUC-Minas. Também é Bacharel em Ciência do Comportamento pela Universidade Andrews (USA). Atualmente mora no Canadá onde faz uma especialização na *Memorial University*.

Resumo

Neste artigo nossa proposta é discutir a consciência ou o espírito, tendo como foco central o clássico "problema mente-corpo", sob um viés de convergência que alia filosofia, ciência e teologia em uma mesma premissa — a noção de que o espírito e a matéria compõem-se aspectos inseparáveis de uma mesma realidade —, de forma que, morrendo o aspecto físico-orgânico, o mental necessariamente desaparece. Queremos com isso defender o argumento de que a doutrina da imortalidade do espírito foi um artifício heurístico introduzido pelos primeiros teólogos e estudiosos da filosofia, no início da era cristã, e não por filósofos ou pelas filosofias clássica e helênica gregas. Nossa proposta é, também, elucidar o conceito original bíblico para "alma vivente", *nefesh*, se alinhando aos conceitos de alma da filosofia aristotélica e ao materialismo helenista de Epicuro, que entendiam as condições da consciência (ou do espírito) e da matéria como partes integrantes de um sistema mutuamente mortal.

Introdução

Segundo o livro de Gênesis, quando Deus criou o homem, o formou com aspectos qualitativos e quantitativos diferentes de qualquer espécie no planeta. No entanto, no que se refere à natureza do homem, a pergunta que se coloca é se o Criador criou o homem como um sistema orgânico, qual seja, uma máquina viva e independente, com potencial inato de ser consciente de si e do mundo, capaz de agir de forma moral e inteligente, ou confeccionou uma substância de natureza imaterial separada, com

potencial de autoconsciência e de sobrevida para além dos limites da matéria orgânica e do mundo físico, e a colocou no corpo (ou aspecto físico) do homem? Em outras palavras, no ato da criação, Deus criou o ser humano com o potencial da consciência[1] ou do espírito como um aspecto intrínseco e qualitativo deste organismo, pertencendo ao mundo físico e a ele ligado de forma inseparável, ou criou um espírito não-material e independente, e o ligou ao organismo apenas circunstancialmente?

Essa questão, de natureza fundamentalmente filosófica e teológica, tem sido largamente debatida nos últimos 70 anos no contexto da ciência, especialmente nos âmbitos das ciências do cérebro e cognitivas. Conhecido em sua essência como o clássico "problema mente-corpo", a *relação* entre a mente e o corpo, o espírito e a matéria, a alma e o organismo têm preponderância sobre quaisquer outros aspectos e está no centro de todo debate e investigação.

Assim, a concepção de que, por um lado, mente e corpo, espírito e matéria são substâncias duais e distintas (dualismo de substância) estando, deste modo, circunstancialmente interligados no espaço e no tempo, separando-se apenas na morte e, por outro lado, de que a mente e o corpo são aspectos distintos, porém de uma única e mesma realidade, tornou-se e ainda é um problema quase que insolúvel durante toda a história da filosofia e da ciência.

Neste artigo, nossa proposta é discutir o problema mente-corpo considerando os novos conceitos e desenvolvimento de tecnologias avançadas nas ciências do cérebro e de recentes descobertas no modo de se compreender a relação da consciência com o corpo pela filosofia atualmente, ressaltando um possível ponto de convergência entre filosofia, ciência e teologia sobre a mortalidade do espírito (ou consciência) na desintegração do organismo. Nossa proposta, nesse sentido, se atém à defesa da mortalidade da alma, o que implica o fenecimento da consciência juntamente com a morte de todo o organismo, conforme se evidencia na neurociência e filosofia da mente atuais, tendo em vista a semelhança com a doutrina bíblica da mortalidade da "alma vivente", *nefesh*, o que implica a morte tanto do espírito (ou da consciência) como do corpo (dimensão física).

A concepção de um fenecimento de todo sistema que inclui a morte do aspecto físico juntamente com o mental vai de encontro à doutrina pagã da imortalidade do espírito ou da alma, após a morte física, introduzida no cristianismo por teólogos cristãos estudiosos da filosofia grega, no início da era cristã. Com isso, o que queremos contra-argumentar é a noção de que a doutrina da imortalidade da alma foi introduzida no cristianismo pela filosofia grega, conforme muitos teólogos argumentam, uma vez que o próprio Aristóteles e seus discípulos, juntamente com os epicureus já defendiam a ideia de uma mortalidade da alma.

Enfim, as concepções segundo as quais o espírito e a matéria, a mente e o corpo são considerados aspectos de uma mesma realidade, assim como as atuais concepções defendidas pela neurociência e filosofia da mente, se aliam à concepção criacionista bíblica e teológica segundo a qual a ideia explícita no termo "alma vivente" subentende a totalidade tanto dos aspectos qualitativos-subjetivos da natureza humana, isto é, a consciência ou espírito, bem como o aspecto físico, o organismo. Deste modo, morrendo este, aquele desaparece instantaneamente.

Um organismo consciente de si: um problema de difícil resolução

O estudo da consciência e suas propriedades qualitativas sempre gerou conflitos em qualquer área do conhecimento. O modelo científico justificou a retirada do estudo da consciência de suas investigações por uma razão prática, a saber, a de que a consciência apresenta peculiaridades que não satisfazem às exigências metodológico-objetivas e experimentais da ciência moderna (SEARLE, 1992)[2]. No entanto, o fato do estudo da consciência não atender aos critérios metodológicos científicos, isto é, não pode ser verificável por critérios de investigação experimental, não significa necessariamente que ela não exista e, por sua vez, não pertença ao mundo físico. Significa, pelo contrário, que o estudo da consciência pertence a um universo do conhecimento que não atende às especificidades de um modelo de conhecimento cientificista-positivista, com critérios e métodos definidos, espe-

cíficos e, porque não dizer, restritos a certas limitações.

A consciência é a mais notável característica da espécie humana e a subjetividade, por conseguinte, seu aspecto mais intrínseco. Para o neurocientista português-americano António Damásio (2011), a relação entre a consciência e seu proprietário, um "eu", evoca a presença do aspecto físico — o cérebro, juntamente com o organismo no qual está inserido —, ou seja, não há proprietário sem a consciência, um "eu", e não há uma consciência sem um cérebro, e um cérebro sem um organismo (DAMÁSIO, 2011). No entanto, o sentido de todo o organismo está na consciência. Sobre isso, Damásio (2011, p. 16) afirma que, "sem uma consciência – isto é, sem uma mente dotada de subjetividade — você não teria como saber que existe, quanto mais saber quem você é e o que pensa". Além do mais, continua: "o amor nunca seria amor, apenas sexo. A amizade seria apenas uma cooperação conveniente ... e a dor nunca se tornaria sofrimento" (DAMÁSIO, 2011, p. 17).

Admitir uma subjetividade em cada organismo humano, isto é, um aspecto qualitativo consciente de si e do mundo em cada pessoa, com a capacidade de ação intencional e, portanto, moral, foi motivo suficiente para a retirada do estudo da consciência como uma característica objetiva do mundo físico. Em outras palavras, pela impossibilidade de os processos qualitativos na natureza humana serem verificados de forma objetiva pelo método experimental e científico, o estudo do espírito humano deveria ser desconsiderado como objeto de investigação científica. Esse processo, segundo Searle (2006), foi arbitrário conforme afirma em sua obra *A Redescoberta da Mente*:

> A exclusão da consciência do mundo físico foi um artifício heurístico útil no Século XVII, porque permitiu aos cientistas concentrar-se nos fenômenos que eram mensuráveis, objetivos e sem propósito, isto é, livre de intencionalidade. Mas a exclusão foi baseada num erro. Foi baseada na falsa crença de que a consciência não é parte do mundo natural. Essa simples falsidade, mais do que qualquer outra coisa, mais até do que a absoluta dificuldade de estudar a consciência com nossos ferramentais científicos disponíveis, impediu-nos de chegar a uma compreensão da consciência (SEARLE, 2006, p. 138).

Além do mais, o problema relacionado ao estudo da consciência no âmbito científico foi caracterizado, desde sua origem, um problema filosófico-metafísico, a cargo exclusivamente da religião, excluindo-se a ciência. No entanto, a partir da segunda metade do século passado, com a obra do filósofo inglês Gilbert Ryle (1949), *The Concept of Mind* (O Conceito de Mente), as discussões sobre a mente assumiram proporções mais amplas, exigindo um respaldo mais substancial da ciência no que concerne à investigação da natureza do homem. A partir de então, trabalhos de filósofos da mente da estirpe de Thomas Nagel (1974; 2005), David Chalmers (1996; 2007) e John Searle (1998; 2006), bem como de neurocientistas a exemplo de Joseph LeDoux (1996), António Damásio (2000; 2004; 2011) e Jaak Pankseep (1998; 2003) têm demostrado que os mistérios da consciência radicam fundamentalmente em atividades, ou melhor dizendo, redes neurais do cérebro presentes no organismo de pessoas. Desde então, o estudo da consciência humana deixou de pertencer apenas ao universo filosófico-metafísico para assim se tornar um "problema de difícil resolução" nos bastidores da ciência atual, por suas características intrínsecas.

Assim, a dificuldade em explicar o "problema de difícil resolução"[3] da consciência (*The hard problem of consciousness*) no âmbito científico foi primeiramente proposta pelo filósofo da mente, o australiano David Chalmers (2007). No cerne dessa questão, encontra-se a raiz de maior complexidade, a saber, como podem os processos subjetivos e qualitativos da consciência ser explicados a partir de processos físicos e naturais do cérebro e de suas redes neurais? Em outros termos, como a consciência, considerada por Searle (1998) um aspecto de alto nível do cérebro, pode ser causada por processos físicos-naturais do cérebro e, ao mesmo tempo, apresentar uma natureza privada, qualitativa e de primeira pessoa, características únicas de nossos estados de consciência?

A possibilidade de se admitirem propriedades mentais-conscientes juntamente com processos qualitativos e subjetivos da

consciência durante a maior parte da história da ciência foi algo praticamente impensável. No entanto, no âmbito da filosofia da mente, das neurociências, das ciências cognitivas atualmente é consensual a concepção de que mente e corpo, consciência e cérebro são aspectos inseparáveis de uma mesma realidade — o organismo humano. Atualmente, com o auxílio de tecnologias de neuroimagens, como a ressonância magnética por imagem (fMRI), a ressonância nuclear magnética (RNM) e tomografias por emissão de fótons (SPECT) e pósitrons (PET), tornou-se evidente a observação instantânea entre os estados privados da consciência e os processos neurocerebrais, ou seja, quando alguém pensa em algo particular, ou vivencia um sentimento exclusivamente particular, nota-se a presença do fluxo de sangue e calor em certa região do cérebro, o que torna a atividade cerebral correlata, de alguma forma, aos estados privados da consciência.

A consciência e seus aspectos qualitativos presentes no mundo

A ideia de que organismos vivos com sistema neural desenvolvido pudessem apresentar características privadas e fenomênicas teve seu florescimento no artigo intitulado *What is it like to be bat?* (Como *é ser um morcego?)*, do filósofo americano Thomas Nagel (1974). Neste artigo, Nagel (1974) apresenta como ponto de partida a ideia de que um indivíduo só saberia "como é ser" um determinado indivíduo "X", no caso em questão um morcego, unicamente se o observador pudesse ser de fato "X" e, neste caso, o morcego propriamente observado. Nessa proposta, Nagel chama atenção às "qualidades experienciais", a saber, a "vivência" (Nagel, 2002, p.6) de 'X" como "vivência de primeira pessoa", em contraste com a vivência pública, isto é, o que é observado de uma perspectiva de terceira pessoa.

Uma vivência pública e de terceira pessoa é o que interessa aos critérios da universalidade metodológica adotada pela ciência, principalmente por atender aos padrões da objetividade científica. Esses critérios de objetividade e observação de terceira pessoa são chamados por Chalmers (2007) de "os problemas fáceis" da consciência, (*easy problems*) [4], por serem facilmente mensuráveis. No entanto, os aspectos "qualitativos" e "fenomenológicos" da consciência, destacados por Searle (2006), Frank Jackson[5] e Damásio como *qualia*, vivenciados como sentimentos ou vivência de primeira pessoa no mundo físico, são, na verdade, o que caracterizam, em essência, o 'difícil problema' da consciência ou, na opinião alguns autores, um problema sem solução.

A questão central levantada por Nagel (1974) sobre a "vivência de primeira pessoa" ser um aspecto qualitativo e fenomenológico experienciado por cada organismo de forma única, desbanca o conceito dualista de substância cuja noção central é a de que as experiências do espírito independem das do corpo podendo, desse modo, ser armazenadas como memória e vivenciadas para além do próprio mecanismo físico de cada organismo no mundo. Ademais, Nagel (1974) reforça o debate filosófico sobre a consciência e seus estados qualitativos no organismo, podendo ser verificada como vivência de primeira pessoa, mas impossível de ser mensurada, enquanto experiência objetivo-científica de terceira pessoa. Em resumo, Nagel reconhece a consciência como um processo qualitativo-privado que ocorre no interior de cada organismo.

Deste modo, tendo o aspecto subjetivo da consciência uma característica ontológica, não permitindo, desta forma, que a consciência seja experimentalmente comprovada por um método objetivo e cientificista, o que se verifica consequentemente é uma limitação metodológica da ciência no que concerne à investigação dos processos mentais-conscientes como parte integrante da natureza e do mundo físico. Do contrário, os aspectos privados e qualitativos manifestos no âmbito da vida de cada organismo — tais como a subjetividade, a intencionalidade e a percepção individual — se tornariam fenômenos naturais do mundo físico e, portanto, não verificáveis por métodos científicos.

Assim, toda discussão sobre o problema mente-corpo está fundamentada nessa problemática. O fato de a consciência (o espírito) apresentar 'aspectos ontológicos' únicos na vida de cada organismo humano, com características de primeira pessoa e não verificáveis por métodos objetivista-cientificistas da ciência, não elimina a possibilidade

desses aspectos serem oriundos de processos neurofisiológicos presentes no cérebro e, por conseguinte, no organismo, isto é, no mundo físico.

Filósofos da mente como Thomas Nagel (1974), John Searle (1998), Frank Jackson (1986), juntamente com neurocientistas da estirpe de Guilio Tononi, Benjamin Libet, Antônio Damásio (2000, 2011) e Jaak Panksepp (1998;2003) reconhecem que, devido ao fato de a consciência ter causalidade em processos neurofisiológicos do cérebro, ou seja, em processos físicos da natureza, não significa que a consciência se reduza ao mundo puramente físico unicamente. É consenso hoje, tanto na filosofia da mente como nas ciências do cérebro e cognitivas, o reconhecimento de certa independência nos processos de tomadas de decisão em relação à atividade física cerebral. Sobre isso, Damásio (2011, p. 18) afirma que:

> As propriedades da mente, sem falar nas da mente consciente[6], parecem ser tão radicalmente diferentes das propriedades da matéria viva visível que as pessoas dadas à reflexão se perguntam como é que um processo (a mente consciente em funcionamento) engrena com outro processo (células físicas vivendo juntas em agregados que chamamos tecidos).

A dificuldade em explicar as diferenças radicais e a interação entre as propriedades da "matéria viva visível" e a "mente consciente em funcionamento" foi chamada por Joseph Levine (2009), em 1983, de "A lacuna explicativa" (*the explanatory gap*)[7]. Nela, Levine (2009) reconhece que as teorias fisicalistas da mente não são suficientes para explicar em sua totalidade o fato de como as propriedades físicas do cérebro dão origem à consciência. Por isso a compreensão de uma "lacuna explicativa" entre os processos físicos e a consciência. No entanto, o reconhecimento dessa lacuna explicativa entre o universo da "matéria viva e orgânica" e um "mundo psíquico", não elimina o fato de que essas modalidades sejam aspectos de uma mesma realidade, a saber, um organismo vivo dotado de um aspecto qualitativo radicado em um *self*, isto é, um proprietário.

Mesmo com a evidência de que a consciência seja um aspecto intrínseco e qualitativo no organismo de pessoas, a incapacidade de investigá-lo como uma característica da natureza, impediu seu estudo no âmbito científico por séculos, simplesmente por não atender a critérios experimentais e metodologicamente válidos no âmbito da ciência (SEARLE, 2006). Por isso, Searle (2006), na proposta de reintroduzir o debate sobre a consciência e seus aspectos qualitativos no âmbito da investigação científica, propôs uma teoria — o Naturalismo Biológico[8] — segundo o qual nossos processos mentais e conscientes são processo naturais à semelhança de outros fenômenos naturais e biológicos como a fotossíntese e a digestão. Nesse sentido, a consciência é vista como uma propriedade do cérebro, com características ontológicas singulares.

Torna-se evidente que a naturalização da consciência proposta por Searle tem sido incisiva no tocante a uma alternativa plausível ao chamado "difícil problema da consciência"[9] e a "consciência e seu lugar na natureza"[10], por uma razão muito evidente, principalmente no âmbito da ciência de modo geral, como as neurociências e ciências cognitivas: a noção de que "nem toda realidade é objetiva, parte dela é subjetiva" (SEARLE, 2006, p. 25). Essa questão, levou Searle à sua segunda conclusão, a saber, a ideia de que "a consciência é uma propriedade emergente e de nível superior do cérebro" (Searle, 2006, p. 25) e por isso, está presente na natureza como qualquer outro processo natural.

Isso nos leva a três conclusões imediatas (i) a de que a consciência é parte da natureza e, portanto, do mundo físico; (ii) de que nem todos os fenômenos da natureza são objetivos e mensuráveis; parte da natureza é subjetiva e, portanto, capaz de ação própria; e (iii) a realidade não se manifesta apenas de forma objetiva, mas também de forma subjetiva. Por conseguinte, todo o desenvolvimento histórico e cultural das sociedades presentes no mundo até o momento só foi possível a partir desses três pressupostos. Fora deles, a realidade não passaria de puro determinismo.

Tornar a consciência um aspecto real do mundo pode ser, segundo Searle (1998), uma das maiores revoluções das ciências de todos os tempos, pois do ponto de vista ontológico, a asserção de que toda realidade se reduz à

pura objetividade é claramente falsa. Do contrário, teria que se negar toda uma construção civilizatório-cultural-histórica em face de uma concepção puramente mecanicista e material do mundo físico. No entanto, na comprovação de que a consciência é de fato parte real do mundo físico, o neurocientista Miguel Nicolelis (2011), reconhecendo uma equivalência entre a energia ativa presente em "feixes elétricos" de células nervosas do cérebro e a consciência, afirma em sua obra que:

> Ao recrutar maciças ondas milivoltaicas de descargas elétricas, essas redes neurais microscópicas são na verdade as únicas responsáveis pela geração de cada ato de pensamento, criação, destruição, descoberta, ocultação, comunicação, conquista, sedução, rendição, amor, ódio, felicidade, tristeza, solidariedade, egoísmo, introspecção, e exultação jamais perpetrado por todo e qualquer um de nós, nossos ancestrais e progênie, ao longo de toda existência da humanidade (NICOLELIS, 2011, p. 18).

Em outros termos, Nicolelis (2011) reconhece que "estados mentais" ou "estados da consciência" tais como 'amor', 'pensamento', 'introspecção', etc. são "maravilhas que brotam do trabalho rotineiro de nossos circuitos neurais" em atividade (Nicolelis, 2011, p. 19). No sentido de uma equivalência entre cérebro e consciência, Daheane (2001, p. 3) também afirma que, "nos parâmetros de uma perspectiva materialista, cada instância da atividade mental é também um estado físico do cérebro".

Diferentemente da "teoria da identidade de tipo" cuja premissa é a de que "eventos mentais" são exatamente de "tipo idêntico" a "eventos físicos cerebrais", o fato é que, no contexto das ciências do cérebro e da filosofia da mente é impossível atualmente se negar que há uma equivalência entre atividade mental e processos neurofisiológicos. Nesse sentido, a metáfora cabível à defesa de uma equivalência entre esses dois universos, conforme Nicolelis (2011) e Daheane (2001) afirmaram mutuamente, é a de que mente e cérebro são faces de uma mesma moeda.

Neste mesmo sentido das afirmações de Nicolelis e Daheane que Damásio (2009, p. 226) também afirma que "sem corpo não há mente e sem mente não há consciência". Em uma de suas célebres obras, "E o Cérebro Criou o Homem" (2011), Damásio afirma que seu principal objetivo neste estudo é refletir sobre duas questões primordiais, a saber: (i) como a atividade cerebral constrói a todo momento os processos mentais? e (ii) o que proporciona o cérebro tornar a mente consciente de si mesma?[11] Muito embora Damásio aborde o problema da relação cérebro/consciência do ponto de vista exclusivamente neurocientífico, sua intenção se assemelha em gênero e grau à de Searle quando afirma que a consciência "emerge" de processos neurofisiológicos e funcionais do cérebro, e que há uma equivalência entre a atividade mental e os processos cerebrais. À semelhança do argumento filosófico do Naturalismo biológico de Searle, Damásio (2004, p. 206) integra que:

> Dado que a mente emerge num cérebro que é parte integrante de um organismo, a mente faz parte também desse organismo. Em outras palavras, corpo, cérebro e mente são manifestações de um organismo vivo. Embora seja possível dissecar esses três aspectos de um organismo sob o microscópio da Biologia, a verdade é que *eles são inseparáveis durante o funcionamento normal do organismo* (grifos do autor do artigo).

No interior das teses da naturalização da consciência apresentadas até aqui por Damásio, Searle e outros, está a ideia central de que consciência e cérebro, mente e corpo, alma e organismo são aspectos inseparáveis durante todo o processo da vida do organismo humano, isto é, que as propriedades mentais, as quais incluem os estados da consciência, os aspectos subjetivos e o *self* estão interligados inseparavelmente aos processos neurofisiológicos do cérebro, sendo, no entanto, aspectos únicos de uma realidade única — uma alma vivente. E nesse sentido, a derrocada do aspectos físico-orgânico do cérebro e órgãos do corpo implica, como consequência, o desaparecimento dos estados da consciência.

A antropologia bíblica e a característica holística da natureza humana

Raríssimas são as vertentes dentro do universo das religiões

que acreditam na mortalidade do espírito, quando o organismo cumpre seu prazo de validade, mesmo dentro do cristianismo[12]. Mesmo no judaísmo[13], há vertentes fortemente inclinadas à crença de um espírito que sobrevive à mortalidade do corpo como na Cabala e no próprio espiritismo judaico[14]. A clássica crença de que Deus "soprou" (Gen. 2:7)[15] uma substância imaterial no homem com o potencial de ser consciente de si, no momento da sua concepção a partir do pó da terra, e de que essa substância ou espírito, consciente de si, "volta a Deus que o deu" (Ecl. 12:7) logo após a morte, com direito a usufruir de imediato das benesses no seio de Abraão, não é rara dentro das variadas denominações cristãs, e, de outros modos no judaísmo e outras religiões. Pelo contrário, é regra e não exceção.

No entanto, o próprio texto bíblico nos oferece evidências suficientes para a comprovação de que a crença em um dualismo de substância, qual seja, a crença de que Deus tenha soprado ou introjetado no homem uma espírito imortal no ato da sua concepção, ligado ao corpo temporária e circunstancialmente, se desprendendo desse unicamente após a separação do corpo na morte, não se configura uma evidência propriamente bíblica, mas uma tradição popular oriunda de tradições pagãs.

Longe da ingênua e reducionista concepção de que Deus tenha confeccionado um "boneco" de barro, mas, em especial, combinado intencionalmente os elementos químicos principais da matéria por Ele mesmo criada[16] no princípio da formação do universo, os quais compõem o organismo humano vivo e toda a matéria viva, com o carbono, oxigênio, nitrogênio, hidrogênio etc., quão verdadeiro é o fato de que Deus tenha feito o homem do "pó da terra", isto é, a matéria propriamente, e que esses elementos (pó da terra) voltam ao seio da terra no ato da morte e da desintegração do organismo, conforme a afirmação do Pregador no livro de Eclesiastes 12:7.

No entanto, a ideia de que Deus tenha inflado no homem formado do "pó da terra" uma substância imaterial e distinta do corpo destoa com o termo bíblico-hebraico *neshamah*[17], traduzido como "fôlego". *Neshamah*, no sentido de fôlego, se refere basicamente a um princípio vital, ou seja, à centelha da vida transferida diretamente ao homem da parte de Deus no ato da sua criação. Tal sopro, por sinal, se repete na vida de cada ser humano que dá seu primeiro respiro neste mundo, no ato do nascimento.

Assim, quando o "fôlego da vida" (*neshamah*) ativou como uma chave de ignição a máquina orgânica com a centelha divina, colocando-a em funcionamento, o termo hebraico original usado para descrever a máquina viva em atividade consciente é *nefesh*, que se traduz como "alma", ou mais propriamente "alma vivente". Nesse sentido, a ideia contida no termo *nefesh* como "alma vivente" nunca se aplicou biblicamente a uma condição ou estado de imortalidade, do ponto de vista unicamente anímico ou platônico. Por isso, o sentido bíblico exato é o de o homem 'passar a ser ou se tornar uma alma vivente' (Gen. 2:7) após ter recebido o fôlego da vida, e não 'ter' uma alma imortal-vivente, isto é, 'ser' uma alma ao invés de tê-la.

Além do mais, a palavra *nefesh* tem vários sentidos, tanto no Antigo Testamento como no Novo, podendo apresentar vários significados desde (1) 'hálito' e 'respiração' (Jó 41:21), (2) 'vida' (I Rs 17:21; II Sm 18:13), (3) 'coração como sede das afeições' (Gn 34:3), (4), 'desejos' ou 'paixões' (Dt. 23:24: Pv. 23:2), (5) 'vontade' (Jr 34:16) etc. A palavra *Nefesh*, pode ser também usada no sentido puramente individual, como unidade existencial vivente como "ser vivo" (Gn 12:5; Lv 4:2), "pessoa" (Gn 14:21; Nm 5:6; Sl 3:2) ou "criatura vivente" (Gn 2:7). No entanto, como o termo se refere à pessoa e não a uma parte ou aspecto específico dela, refere-se a alguém que morre, como exemplo, referido nos livros de Números 31:19 e Juízes 16:30. Aliás, nos livros de Números 9:7 e Levíticos 19:28, o termo *nefesh* está se referindo, nessas passagens, a um cadáver.

Outro termo utilizado no original hebraico e largamente confundido como substância imaterial, capaz de sobreviver para além da morte física é *ruach*[18]. Este termo, agora traduzido especificamente como "fagulha energizadora da vida e essencial à existência"[19], ou apenas "espírito", não denota especificamente uma individualidade ou personalidade como *nefesh* (alma). Normalmente *ruach* é traduzido como "fôlego", "elemento vital",

"mente" etc. No Antigo Testamento, não se verifica que o termo *ruach* se refira a um "ente inteligente e consciente, capaz de existir separado do corpo físico"[20], mesmo porque a concepção holística[21] do homem como uma integralidade sempre foi regra no texto bíblico e não exceção.

Ademais, os termos gregos equivalentes para *nefesh* e *ruach*[22] no NT são especificamente expressos como *psichē* e *pneuma*, ambos se referindo basicamente aos mesmos conceitos como "vida", "fôlego", "mente ou espírito" etc. Segundo o filósofo da religião John Cooper (1989), a ideia central que gira entorno dos termos *nefesh* e *ruach*, ora transmite respectivamente as noções de "força de vida", ora de um "princípio animado" (COOPER, 1989, p. 40). No entanto, no Antigo Testamento *nefesh* está comumente relacionado à ideia de pessoa e *ruach* a um *self* ou um "eu" especificamente.

No entendimento de alguns autores, como é o caso de Eichrodt[23] (1961), *ruach* se refere mais a uma "força geral", oriunda da parte de Deus, enquanto *nefesh* se refere à "força individual", na qual a vida da criatura se manifesta de forma particular. Seja como for, no sentido de uma "força geral" ou "individual", ou seja como vida, fôlego, pessoa ou espírito propriamente, é evidente que a ideia de individuo, pessoa ou homem propriamente não está referida de forma parcial e fragmentada mas, de preferência, de forma integral reduzida ao termo que no Gênesis subentende uma "alma vivente" (Gn. 2:7).

No Novo Testamento não seria diferente, comparado ao Antigo (como se contradissesse os mesmos conceitos apresentados nele sobre a alma vivente), ao se referir ao homem em sua totalidade. Tal conceito poderia ser ampliado por questões didáticas, para melhor compreensão da natureza humana, como é o caso de o apóstolo Paulo fazer uso dos termos "espírito" (*pneuma*), "alma" (*psichē*) e "corpo" (*sōma*) em I Ts. 5:23, referindo-se ao homem em sua plenitude. O que não significa que tais aspectos possam ser separados do conjunto, com possibilidade de um dos aspectos, o espírito, ter vida independente e imortal em relação aos outros aspectos.

Neste verso de I Ts. 5:23, o apóstolo apenas amplia a compreensão ou conceito de natureza humana, alma vivente, homem, referindo-se a cada aspecto como que exercendo funções específicas e definidas no âmbito da totalidade psico-orgânica humana. Quanto ao espírito (*pneuma*), o apóstolo se referiu à consciência dotada de liberdade de escolha entre bem e mal, capacidade de ação moral e intencionalidade. Tal aspecto implica responsabilidade sobre as próprias ações e decisões no mundo. Quanto ao aspecto mental (*psichē*), o apóstolo se referiu à dimensão que em seu conjunto se manifesta por inclinações naturais, sentimentos, desejos e emoções, podendo ser bons ou ruins. A *psichē* deve ser governada pelo espírito, de outro modo, privará o espírito de seu aspecto mais intrínseco: a capacidade de ação livre e intencional. Por fim, quanto ao corpo (*sōma*), Paulo se referiu ao aspecto físico ou biológico do homem, dotado de órgãos, sistemas, metabolismo e homeostase. No entanto, o que o apóstolo não viola nessa compreensão é o princípio holístico de que todas essas dimensões se completam e se configuram aspectos de uma realidade única — o homem —, também entendido enquanto "alma vivente".

Equívocos do Cristianismo sobre o dualismo clássico grego

Um dos equívocos mais comuns difundidos pela teologia cristã é o de que a inserção da doutrina da imortalidade da alma no cristianismo veio como consequência direta e exclusiva da filosofia clássica grega, especialmente a filosofia de Platão. É comum ler tal equívoco em várias fontes de pesquisas teológicas e ouvir diretamente em sermões, palestras ou seminários de teólogos. No entanto, as evidências apontam suficientemente no sentido de que tal conceito foi mais um artifício heurístico, utilizado pelos primeiros teólogos da igreja cristã primitiva, pela conveniência e necessidade de harmonizar a filosofia de Platão com a doutrina bíblica do homem no estado da morte, do que a influência e iniciativa direta de filósofos ou filosofias dos períodos clássico e helénico da Grécia antiga sobre a tradição bíblica.

O primeiro argumento contra esse equívoco é o de que nos primeiros séculos da era cristã, a filosofia clássica grega já havia perdido sua força por aproximadamente três séculos. O mundo político e, consequentemente, a

cultura vigente, não tinha mais por base os conceitos filosóficos clássicos conforme Platão e Aristóteles haviam elaborado no âmbito de suas perspectivas filosóficas. Atenas e a Magna Grécia não eram mais o centro do pensamento filosófico e político do mundo, tendo este sido transferido para Alexandria e Roma respectivamente. Além do mais, Roma havia se tornado um novo centro político com a difusão de um novo realismo — o fenômeno do ecletismo — cujo foco era sensivelmente diferente em relação ao período clássico grego.

Um segundo ponto importante, e não menos interessante que o primeiro, é o de que a nação grega era politeísta e o Deus do cristianismo, juntamente com a verdade bíblica, eram desconhecidos dentro do panteão grego[24]. Por isso, o conceito grego de alma enquanto substância ou forma não tinha nenhum compromisso com a verdade bíblica, mas apenas com a tradição mitológica e filosófica grega. Responsabilizar uma cultura que não tinha a mínima tradição e compromisso com a verdade bíblica parece injustificável, diante da compreensão de que os primeiros teólogos da era cristã estavam mais interessados em evangelizar as doutrinas de Platão e o paganismo, do que preservar como pura a mensagem dos apóstolos e profetas da Bíblia.

Além do mais, a doutrina da imortalidade da alma não foi uma criação da cultura ou filosofia grega. Tal doutrina foi introduzida no mundo, segundo a Bíblia, no diálogo da serpente com Eva no Éden, quando Satanás, possuindo o corpo da serpente, afirma à Eva que ela "certamente não morreria" (Gn. 3:4), enquanto Deus, na verdade, já havia alertado o primeiro casal de que certamente morreriam se O desobedecessem e comessem do fruto proibido (Gn 3). Após a declaração da serpente (Satanás), de que o homem não morreria pela desobediência, a crença de que há um aspecto na natureza humana que não morre após a morte física tornara-se regra no modo de se conceber o homem na morte em inúmeras tradições e culturas, desde o mundo antigo, como a Mesopotâmia, Egito, oriente de modo geral, povos e tribos no mundo todo, até nas religiões e denominações cristãs no mundo atual. Por conseguinte, hoje, a crença na imortalidade do espírito, ou em uma vida anímica após a morte física do corpo, tornou-se regra em várias religiões e culturas no mundo, e não exceção.

Um terceiro e último argumento contra a conveniência de tornar a introdução da doutrina na imortalidade da alma no cristianismo uma responsabilidade exclusiva da cultura pagã grega e da filosofia é a compreensão de que o dualismo mente e corpo, espírito e matéria não era a única e absoluta vertente filosófica predominante entre os gregos na era clássica. Doutrinas como o hilemorfismo[25] e o atomismo eram também perspectivas filosóficas voltadas a uma concepção material e integrada da natureza humana, contrária ao dualismo platônico. Tais doutrinas foram também largamente discutidas entre os gregos na era clássica e helenista. Discorrendo sobre o conceito de alma em Aristóteles como a própria forma do corpo, Thomas Robinson em seu livro *As Origens da Alma,* afirma que:

> Uma conclusão surpreendente deste novo e original discurso a respeito da alma é que ela não parece ser separável do corpo (e, a *fortiori*, não parece ser imortal) — contrariamente ao que Platão passou boa parte de sua vida tentando provar (ROBINSON, 2010, p. 223).

Esta conclusão é uma clara evidência de que a introdução da doutrina da imortalidade da alma pelos primeiros teólogos e estudiosos da filosofia grega foi mais uma questão de conveniência, do que adotar o conceito de alma aristotélico que, por sinal, se aproximava mais do conceito bíblico-criacionista de natureza humana enquanto "alma-vivente". Além do mais, os epicureus, seguindo a tradição materialista da "teoria atomista"[26] e pré-socrática, concebiam a alma apenas como um agregado de diversos átomos, sendo a alma, portanto, "não eterna, e sim mortal" (REALE, 1990, p. 245). Como para Epicuro a essência do homem é material, o estado de morte é a dissolução e dispersão a absoluta de toda a matéria reduzindo o homem a um absoluto nada, tanto antes como depois da vida.

Assim, a adoção da uma concepção dualista ao problema mente e corpo pelos primeiros teólogos da igreja cristã primitiva, ao invés de uma concepção integrada da natureza humana que se adequava melhor

ao conceito bíblico, demonstra claramente que, no âmbito dessas interpelações, o que mais importava para esses teólogos era o fato de que a opinião da filosofia e dos filósofos sobre a natureza humana era mais importante do que a palavra dos profetas e apóstolos, os quais falaram sob a inspiração do Espírito de Deus. Essa postura não comprometeu apenas a doutrina sobre a natureza do homem em seu estado na morte, como deturpou muitas das verdades bíblicas durante toda a história do cristianismo no mundo.

O mistério da consciência

Muito do que se tem discutido nos âmbitos da ciência e da filosofia sobre o homem e sua capacidade de servir-se do próprio entendimento, sem direção alheia, radica no conceito de que a consciência humana difere de toda e qualquer ordem natural por um princípio diferente de qualquer outro no mundo — a liberdade. No entanto, toda busca por compreender a complexidade dos mecanismos que deram origem à consciência no mundo físico ainda não foi suficiente para determinar o que é e como a consciência veio a se tornar parte natural da natureza do homem e do mundo físico propriamente.

Assim, nossa defesa neste artigo é a de que a esse aspecto qualitativo da natureza humana e do mundo físico foi confeccionada na criação, no pacote da formação do mundo e do homem enquanto alma vivente (*nefesh*), sem a possibilidade de uma separação substancial, segundo a concepção do dualismo de substância.

Para a grande maioria dos pesquisadores modernos e contemporâneos, a concepção de que Deus tenha criado o organismo humano com aspectos qualitativos intrínsecos soa como ingênua e mitológica. No entanto, para a filosofia e, especificamente para a ciência (a neurociência especificamente), que têm-se debruçado incansavelmente no sentido de encontrar uma solução definitiva para o problema da consciência no mundo, sem qualquer intervenção divina, um veredito ainda seria precipitado. Nesse sentido, ninguém até o momento jamais bateu o martelo e fechou a ideia construindo um modelo ou definição que pudesse abarcar a consciência em sua totalidade. Por isso, Damásio, compreendendo os limites da ciência em explicar a consciência pela matéria, a mente pelo corpo, afirma que:

> A tarefa de compreender como o cérebro produz a mente consciente continua incompleta. O mistério da consciência ainda é um mistério, apesar de termos conseguido penetrar um pouquinho em seus segredos. É muito cedo para declarar derrota (DAMÁSIO, 2011, p. 321).

Damásio reconhece que a estrada é longa na compreensão de como a consciência se relaciona com o cérebro e admite claramente que o conhecimento sobre a origem da consciência ainda é um mistério. Seria muito fácil e ao mesmo tempo conveniente para os teólogos justificarem o problema da consciência, e isso é regra e não exceção pelo viés da fé, nos seguintes termos: "E formou o Senhor Deus o homem do pó da terra, e soprou em suas narinas o fôlego da vida; e o homem foi feito alma vivente" (Gn 2:7). No entanto, essa compreensão resolve o problema da consciência apenas do ponto de vista teológico-bíblico, mas carece de uma compreensão mais ampla que possa contemplar tanto a ciência como a filosofia em suas esferas de ação e de conhecimento.

Embora, do ponto de vista teológico, a verdade religiosa seja superior ao conhecimento filosófico e científico, a teologia não exclui nenhum desses alicerces quando o assunto é explicar o universo em sua complexidade. Essa característica universal e não excludente da verdade religiosa em compreender a realidade do universo em sua totalidade é o que a torna superior e racional a qualquer área de conhecimento no mundo, o que vai de encontro à tradicional concepção entre os acadêmicos de que a verdade religiosa é irracional e puramente mitológica. Nesse sentido, me alinho com Tomás de Aquino quando afirma que "a verdade religiosa é supranatural e suprarracional; mas não é irracional" (CASSIRRER, 2005, p. 121, *apud* Tomas de Aquino). Essa conclusão de Tomás de Aquino nos leva a entender que os mistérios da fé não podem ser compreendidos apenas com base na razão científica e/ou na argumentação filosófica, pois transcende a esses conhecimentos. Todavia, os mistérios da fé não contradizem a razão e a argumentação filosófica; pelo contrário, as completam e aperfeiçoam.

Conclusão

A ideia de que não há uma conciliação entre teologia, filosofia e ciência no que concerne à mortalidade do espírito ou da consciência não é real, principalmente pelo que se tem descoberto e se discutido nos âmbitos da neurociência e da filosofia da mente sobre a relação entre a mente e o corpo, a consciência e cérebro. Atualmente, pelos resultados das novas pesquisas científicas e pelos ótimos argumentos da filosofia da mente, pode-se facilmente evidenciar de forma ampliada uma convergência entre o conceito bíblico-criacionista de uma *nefesh* ou 'alma vivente', com o conceito de organismo humano vivo, dotado da capacidade de escolha e ação livre, conforme se verificam tanto na análise científica quanto na argumentação filosófica.

Nesse sentido, a conclusão imediata se atém à concepção de que a dualidade substancial entre a alma (consciência ou espírito) e o corpo, conforme a defesa de Platão, Agostinho de Hipona, Descartes e outros filósofos dualistas tem se demonstrado largamente remota no âmbito da neurociência e, principalmente, da filosofia da mente atuais. Pela evidência científica e mesmo filosófica, as concepções de alma segundo o conceito de Aristóteles ou Epicuro, ou as concepções modernas do monismo que depreendem o aspecto mental e o corpo como características de uma mesma realidade, ao modelo neurocientífico damasiano sobre a relação mente-cérebro, são as que mais se aproximam da concepção bíblica original, segundo a qual mente e corpo, espírito e matéria, alma e organismo são faces de uma mesma moeda.

Por isso, a evidencia neste artigo de que a introdução da doutrina da imortalidade da alma no cristianismo tenha sido mais um artifício heurístico dos primeiros teólogos estudiosos da filosofia durante o início da era cristã. Além do mais, a evidência de que a intenção dos primeiros teólogos estava mais inclinada a harmonizar a tradição bíblica com a concepção platônica sobre a alma, do que investigar e interpretar o texto bíblico de forma objetiva, parece também se verificar. Aliás, a mesma iniciativa que tornou o dualismo clássico grego parte da fé dos primeiros teólogos cristãos poderia ser claramente substituída pela concepção de alma em Aristóteles ou pelos epicureus. Essa escolha foi mais arbitrária do que elucidativa pela evidencia e convicção da verdade bíblica.

Referências

CASSIRER, Ernst. "Ensaio sobre o homem: introdução a uma filosofia da cultura humana". 1ª Edição, São Paulo: Martins Fontes, 2005.

CHALMERS, D. M. "The hard problem of consciousness". *In*: D. M. CHALMERS (Ed.). *The Blackwell Companion to Consciousness* (pp. 225-235), 2007.

CHALMERS, D. M. "The Conscious Mind". New York: Oxford University Press, 1996.

COOPER, John W. "Body, Soul & Life Everlasting: Biblical anthropology and the monism-dualism debate". Michigan: William B. Eedemans Publishing Company, 1989.

DAHEANE, S; NACAACHE, L. "Towards a Cognitive Neurosciences of Consciousness: basic evidence and workspace framework". *Cognition*, v. 79, 2001, p. 1-37.

DAMÁSIO, A. "O Mistério da Consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si". São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DAMÁSIO, A. "Em Busca de Espinosa: prazer e dor na ciência dos sentimentos". São Paulo: Companhia das Letras, 2004.

DAMÁSIO, A. "E o Cérebro Criou o Homem". São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

ESPINOSA, B. "Ética". São Paulo: Abril Cultural, 1973. (Coleção Os Pensadores).

JACKSON, F. C. "Epiphenomenal Qualia". *Philosophical Quarterly*, v. 32, n. 127, 1982, p. 127-136.

JACKSON, F. C. "What Mary Didn't Know?" *The Journal of Philosophy*, v. 85, n. 5, 1986, p. 291-295.

LEVINE, J. "The Explanatory Gap". *In:* McLaughlin, B.; Beckermann, A.; Walter, S. (eds.). *The Oxford Handbook of Philosophy of Mind* (pp. 281-291). New York: Oxford University Press, 2009.

LEDOUX, J. "The Emotional Brain". New York: Simon & Schuster, 1996.

LIBET, B. "Can Conscious Experience Affect Brain Activity?" *Journal of Consciousness Studies*, v. 10, n. 12, 2003, p. 24–28.

MCLAUGHIN, B. P.; BECKERMANN, A.; SVEN, W. "The Oxford Handbook of Philosophy of Mind". New York: Oxford University Press, 2009.

NAGEL, T. "What is it Like to Be a Bat?". *The Philosophical Review*, v. 83, n.4, 1974, p.435-450.

NAGEL T.: "Como é Ser um Morcego?" *Cadernos de história e filosofia da ciência*, v.15, n.1, 2005, p. 245-262.

NICOLELIS, M. "Muito além do nosso Eu: a nova neurociência que une cérebro e máquina e como ela pode mudar nossas vidas". São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

PANKSEPP, J. "Affective Neuroscience: the foundations of human and animal emotions". New York: Oxford University Press, 1998.

PANKSEPP, J. "Affective consciousness: Core emotional feelings in animals and humans". *Consciousness and Cognition*, v. 14, 2003. p. 30–80.

PEREIRA Jr, A. "Triple-Aspect Monism: A Framework for the Science of Consciousness". *In*: PEREIRA JÚNIOR, A.; LEHMANN, D. (Eds.). "The unity of mind, brain and world: current perspectives on a science of consciousness". Cambridge/UK: Cambridge University Press, 2013.

REALE, Giovanni. "História da Filosofia: Antiguidade e Idade Média". 3ª Edição, vol. 1, São Paulo: Paulus, 1990.

ROBINSON, Thomas M. "As origens da alma: os gregos e o conceito de alma de Homero a Aristóteles". 1ª Edição, *Coleção Archai*, São Paulo: Annablume Editora, 2010.

SEARLE, J. "How to Study Consciousness Scientifically". *Philosophical Transaction: The Royal Society*, 1998, p. 1935-1942.

SEARLE, J. "A Redescoberta da Mente". São Paulo: Martins Fontes, 2006.

TONONI, Giulio. "An information integration theory of consciousness". *BMC Neuroscience*. 2004. DOI: 10.1186/1471-2202-5-42. Disponível em: <https://bmcneurosci.biomedcentral.com/articles/10.1186/1471-2202-5-42>. Acesso em: 23/07/2019.

(1) O termo consciência, largamente discutido no âmbito da filosofia (da mente) e na neurociência atuais, foi utilizado de diferentes modos e sentidos durante a história da filosofia. A ideia de consciência, também expressa como razão, espírito, mente, entendimento etc., sempre representou, *grosso modo*, o aspecto qualitativo-subjetivo à realidade humana. Neste artigo, por questões didáticas não faremos uma distinção especifica entre esses conceitos. Nos concentraremos apenas, além do aspecto qualitativo-subjetivo, no conceito de que a consciência ou é substancialmente imortal ou mortal. No entanto, o autor reconhece que o termo é complexo e apresenta especificidades de acordo com a perspectiva e o momento histórico.

(2) Cf. em SEARLE, J. "A Redescoberta da Mente", p.19

(3) Cf. CHALMERS, David. "The hard problem of consciousness". *In*: *The Blackwell Companion to Consciousness*, Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. pp. 225-235.

(4) Cf. CHALMERS, David. "The hard problem of consciousness". *In*: *The Blackwell Companion to Consciousness*, Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. pp. 225-235.

(5) Cf. JACKSON, Frank. What Mary Didn't Know. *The Journal of Philosophy*, Vol. 83, No. 5. (May, 1986), pp. 291-295.

(6) Antônio Damásio faz referência em vários pontos de sua obra à diferença entre mente consciente e não-consciente. Nesse sentido, quando se refere à consciência está se referindo ao aspecto subjetivo da mente, o que implica uma pequena porcentagem de toda a atividade da mente. Cf. em "O Erro de Descartes" (1998) e "E o Cérebro Criou o Homem" (2011), do mesmo autor.

(7) Cf. LEVINE, J. 1983. "Materialism and qualia: the explanatory gap". *Pacific Philosophical Quarterly*, 64: 354-361.

(8) A título de esclarecimento, citando o princípio do "naturalismo biológico", Searle (2006, p. 133) afirma em seu livro *A Redescoberta da Mente* o seguinte: "consciência, em resumo, é uma característica biológica de cérebros de seres humanos e determinados animais. É causada por processos neurobiológicos, e é tanto uma parte da ordem biológica natural quanto quaisquer outras características biológicas, como a fotossíntese, a digestão ou a mitose. Este princípio é o estágio para a compreensão do lugar da consciência dentro de nossa visão de mundo".

Cf. também o seguinte artigo: SEARLE, John. "Biological naturalism". *In*: *The Blackwell Companion to Consciousness*, Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. pp. 325-334

(9) Cf. CHALMERS, David. "The hard problem of consciousness". *In*: *The Blackwell Companion to Consciousness*, Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. pp. 225-235.

(10) Cf. SEARLE, John. "A redescoberta da mente": Cap. 4 *A consciência e seu lugar na nat*ureza

(11) Cf. "Objetivos e razões" em *E o Cérebro criou o homem*, p. 18.

(12) Cf. Chapter three, "Old Testament Anthropology: the dualistic Implication", *In*: Body, *Soul & Life Everlasting: biblical anthropology and the monist-dualist debate*, p. 52-70

(13) Cf. http://www.morasha.com.br/misticismo/imortalidade-e-a-alma.html. Visto em 28/07/2019.

(14) Cf. KOGAN, Andréa. "Espiritismo Judaico em São Paulo", São Paulo: Editora Labrador, 2018.

(15) João Ferreira de Almeida, "Edição da Bíblia Revista e Atualizada", 2ª edição (SBB-ARA)

http://biblia.com.br/joao-ferreira-almeida-atualizada/genesis/gn-capitulo-2/

(16) Cf. Contemporaneamente não existe mais a distinção que outrora existia entre os verbos 'Crear' e 'Criar', consoante aponta Said Ali (2001). No entanto, a distinção usada na linguagem arcaica seiscentista utilizava o primeiro verbo no sentido de dar existência ou criar do nada aquilo que nunca havia existido, enquanto o segundo se referia ao cultivo, desenvolvimento e aperfeiçoamento daquilo que se constrói a partir dos fundamentos já estabelecidos ou elementos preexistentes como transformar o ferro, o barro, a madeira em formas úteis. No primeiro sentido, somente Deus é *Creador* porquanto unicamente Ele trouxe à existência o que nunca existiu e todos nós somos criadores porquanto nossa criação sempre para do que já está estabelecido como fundamento ou princípio.

Para esclarecimento dessa distinção, consulte Cf. em "Gramatica Histórica da Língua Portuguesa", Editora Melhoramentos, Universidade de Brasília - UnB, s/e, 2001, p. 108.

(17) Cf. "Comentário Bíblico Adventista do Sétimo Dia", 1ª Edição, *Série Logos*, vol. 1, Tatuí: Casa Publicadora Brasileira, 2012. p. 205

(18) No AT, o termo *ruach* é traduzido como "espírito", "vento" ou "fôlego". Por 84 vezes se refere ao "Espírito de Deus", 121 vezes (ARA) se refere a "espírito" no sentido de "mente", "sentimento", "vitalidade", "fôlego de vida" e "impulso"; 107 como "vento" ou "ventos"; 13 vezes como "hálito", "sopro", "assoprar"; 12 vezes como "aspirar", "cheirar", "respirar"; 10 vezes como "fôlego de vida" de homens ou animais; 7 vezes como "animo" e "alento"; 2 vezes como "respiração". Há também traduções como "vida", "ar", "resfolegar das narinas". Em 394 ocorrências da palavra no AT, nenhuma se refere a uma entidade inteligente que exista separado do corpo físico. Cf. "Comentário Bíblico Adventista do Sétimo Dia", 1ª Edição, *Série Logos*, vol. 3, Tatuí: Casa Publicadora Brasileira, 2012. p. 1249

(19) Cf. "Dicionário Bíblico Adventista do Sétimo Dia", 1ª Edição, Série Logos, vol. 8, São Paulo: Casa Publicadora Brasileira, 2016. P. 449

(20) "Dicionário Bíblico Adventista do Sétimo Dia", 1ª Edição, Série Logos, vol. 8, São Paulo: Casa Publicadora Brasileira, 2016. P. 449.

(21) Cf. Cap. Two: "Old Testament Anthropology: the holistic emphasis". *In: Body, Soul & Life Everlasting: biblical anthropology and the monist-dualist debate*, p. 33-49

(22) Cf. *Nefesh e ruach* em "Body, Soul & Life Everlasting: biblical anthropology and the monist-dualist debate", p. 39-40

(23) Cf. EICHREDT, Walter. "Theology of the Old Testament", vol. 2, Philadelphia: Westminster, 1961. p. 135

(24) Cf. O discurso de Paulo no Areópago no capitulo 17 do livro de Atos, no Novo Testamento.

(25) O *HILOMORFISMO* é a doutrina que Aristóteles concebeu para opor-se, simultaneamente, ao idealismo platônico (notadamente em sua doutrina das Ideias) e ao materialismo adotado por filósofos pré-socráticos (entre os quais figuram de modo proeminente Demócrito e Leucipo, fundadores do Atomismo, Empédocles e Anaxágoras – este último, a despeito de ter introduzido a noção de intelecto, fornece explicações segundo uma causalidade meramente material, de acordo com a leitura que dele faz Aristóteles). Na perspectiva hilemorfista, a forma (termo técnico em Aristóteles: *εἶδος*) é um dos constituintes metafísicos primários de toda substância individual (ou composto de matéria e forma: *τὸ σύνολον* ou *τὸ ἐξ ἀμφοῖν*), que governa e determina o outro constituinte metafísico básico, a matéria (em grego: *ὕλη*). Por um lado, é pela forma que se compreende a natureza de cada coisa; esta forma, por sua vez, é, no tocante às substâncias sensíveis, sempre imanente às coisas, não existindo à parte delas. Deste modo, Aristóteles se distingue do platonismo, que postulava, ao contrário, a existência separada das Ideias relativamente aos objetos sensíveis que delas participam.

http://filosofia.fflch.usp.br/node/1070. Visto em 25/07/2019.

(26) Cf. PORTO, C.M. "O atomismo grego e a formação do pensamento físico modern". Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 4, 4601 (2013). www.sbfisica.org.br.

Cf. Teoria Atomista também em REALE, Giovanni. "História da Filosofia: Antiguidade e Idade Média". 3ª Edição, vol. 1, São Paulo: Paulus, 1990 p. 64-68; 237-246

Notícias

E mais

- SERES VIVOS GANHAM NOVA CLASSIFICAÇÃO APÓS 285 ANOS
- PESQUISA REVELA EM IMAGENS A BELEZA DA ESTRUTURA INTERNA DE PLANTAS CIPÓS
- RÉPTIL BEM PRESERVADO É ENCONTRADO NA BARRIGA DE ICTIOSSAURO
- ARTISTA DESENHA ANIMAIS COM BASE APENAS EM SUA ESTRUTURA ÓSSEA
- CAMPORI EM BARRETOS
- TOGETHER - EVENTO DE MISSÕES EM BRASÍLIA
- LANÇAMENTO DE NOVOS LIVROS
- 1º ENCONTRO DOS NÚCLEOS E GRUPOS DA SCB EM BRASÍLIA - 2018
- I ENCONTRO SUL - BRASILEIRO DE NÚCLEOS DA SCB EM SANTA CATARINA - 2019
- XXV SEMINÁRIO "A FILOSOFIA DAS ORIGENS"
- XXVI SEMINÁRIO "A FILOSOFIA DAS ORIGENS"

SERES VIVOS GANHAM NOVA CLASSIFICAÇÃO APÓS 285 ANOS

Novo sistema é baseado na Teoria da Evolução de Charles Darwin e se sobrepõe à classificação elaborada por Lineu em meados do século 18

Tainá Lourenço (Rádio USP)
15/07/2020

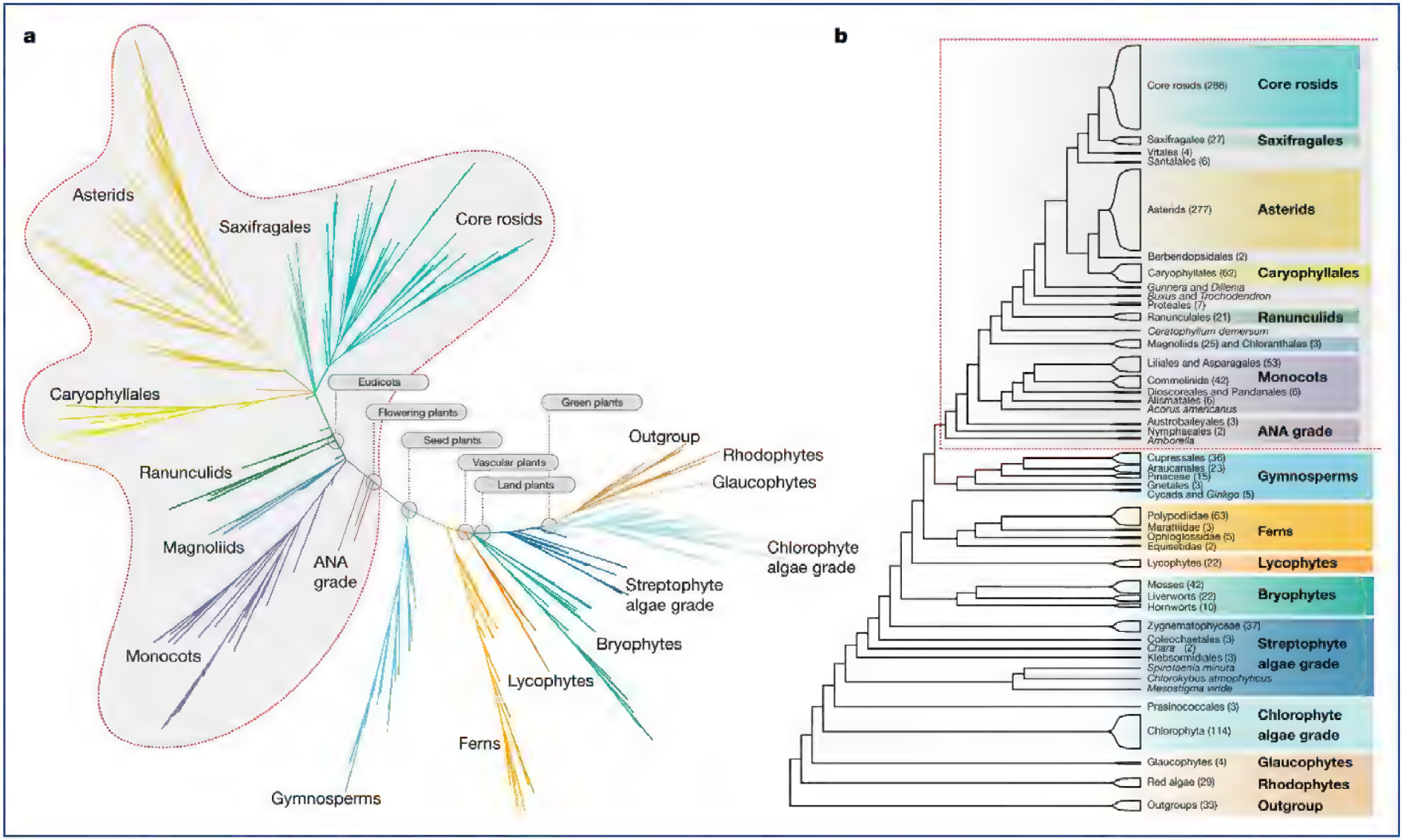
O universo científico criou uma nova forma de classificar os organismos vivos 285 anos após a invenção do *Systema Naturae* pelo botânico sueco Carlos Lineu. A nova proposta, publicada nos livros *PhyloCode* e *Phylonym*, leva em consideração a Teoria da Evolução de Charles Darwin e foi organizada por cerca de 200 especialistas.

Entre os responsáveis pela nova classificação, o professor Max Cardoso Langer, do Departamento de Biologia, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto (FFCLRP) da USP, explica que a modificação foi necessária porque a invenção de Lineu é anterior à teoria de Darwin e, naquela época, classificou os organismos pelas características anatômicas. Lineu não sabia que "os organismos mudam morfologicamente ao longo do tempo", mas, apesar disso, "o sistema de denominação permanece sendo como o daquela época".

Como exemplo do motivo das mudanças na classificação, o professor cita o caso dos seres vivos classificados como aves simplesmente por possuírem penas. E conta que essa forma

Carl Nilsson Linnæus, geralmente conhecido como Lineu, foi um botânico, zoólogo e médico sueco, criador da nomenclatura binomial e da classificação científica, sendo assim considerado o "Pai da Taxonomia Moderna"

Uma filogenia é um mapa das supostas relações evolutivas entre organismos



Esta árvore representa os relacionamentos prpostos entre plantas verdes
(Imagem: Leebens-Mack et al., in Nature)

Valerá a pena aguardar para ver o impacto que a substituição da Taxonomia de Lineu por esta nova proposta causará nos próprios meios científicos!

www.sbcriacionismo.org.br

de definir as espécies entrou em contradição quando descobriram que alguns dinossauros também tiveram penas. Portanto, "ter penas não significa que a espécie faz parte de uma única linhagem evolutiva, porque essas penas podem ter aparecido em vários outros momentos", afirma.

Para o novo sistema, cientistas buscaram por linhagens evolutivas dos seres para então defini-los. "Ao invés de definir as aves como os animais que têm penas, podemos definir, por exemplo, colocando todas as aves viventes em uma árvore filogenética e descer a linha de ancestralidade até chegar a um único ancestral comum. Todas as espécies que descendem desse ancestral comum serão chamadas aves."

Assim, as regras propostas para nortear essa classificação de nomes para as espécies seguem a história evolutiva de cada uma, comenta Langer sobre o *PhyloCode*. Para o professor, a publicação consagra um novo período para a nomenclatura filogenética, já que os conceitos propostos anteriormente não serão excluídos. "Nós vamos continuar falando gênero *Homo* e *hominídeos*, por exemplo", mas a forma de defini-lo será descartada e "vamos começar do zero agora, como foi feito com o *Systema Naturae* de Lineu."

A atualização foi necessária, pois "a maneira como os nomes eram dados era pré-evolutiva". Segundo o professor, não havia sentido em classificar espécies que estão em constante mudança, sem levar em consideração a Teoria da Evolução. "Era como se estivéssemos, por exemplo, classificando cadeira, tipos de parafusos e televisão, coisas estáticas. Nós sabemos que a vida evolui e as espécies mudam de uma para a outra ao longo dos anos. Então, não tinha sentido não ter a evolução como princípio básico na maneira de classificar essas espécies."

Resultado de mais de 20 anos de trabalho, *PhyloCode* e *Phylonym* são assinados pelos pesquisadores Kevin de Queiroz, do Museu Nacional de História Natural de Washington, e Philip Cantino, professor da Universidade de Ohio, dos EUA. Langer participou da produção do *Phylonym* como autor de alguns conceitos sobre dinossauros como os *Dinosauria*, *Saurischia* e *Sauropodomorpha*.

Não deixa de ser interessante como essa proposta parte de uma "verdade" que está longe de ser demonstrada e que realmente não tem como ser demonstrada, sendo apenas um "wishful thinking", ou em bom vernáculo, um vão devaneio...

Enquanto aguardamos pressurosos as complicações que surgirão, contentemo-nos por ora com a apreciação geral apresentada no vídeo que pode ser acessado

PESQUISA REVELA EM IMAGENS A BELEZA DA ESTRUTURA INTERNA DE PLANTAS CIPÓS

JORNAL DA USP 03/07/2020

Realizada pelo Instituto de Biociências da USP, pesquisa deu origem à exposição virtual "Cipós: os segredos da floresta", que mostra a riqueza, os detalhes e as diferentes estruturas deste tipo de planta

Estruturas internas de plantas que costumamos chamar de cipós produzem imagens fascinantes quando vistas de formas macroscópicas e microscópicas. Para mostrar a beleza dos desenhos, cores e formas exclusivas dessas espécies, além de alertar para a importância da fauna e flora, o Instituto de Biociências (IB) da USP participa de uma exposição virtual na *Linha da Cultura*, iniciativa do Metrô de São Paulo para expandir a pro-

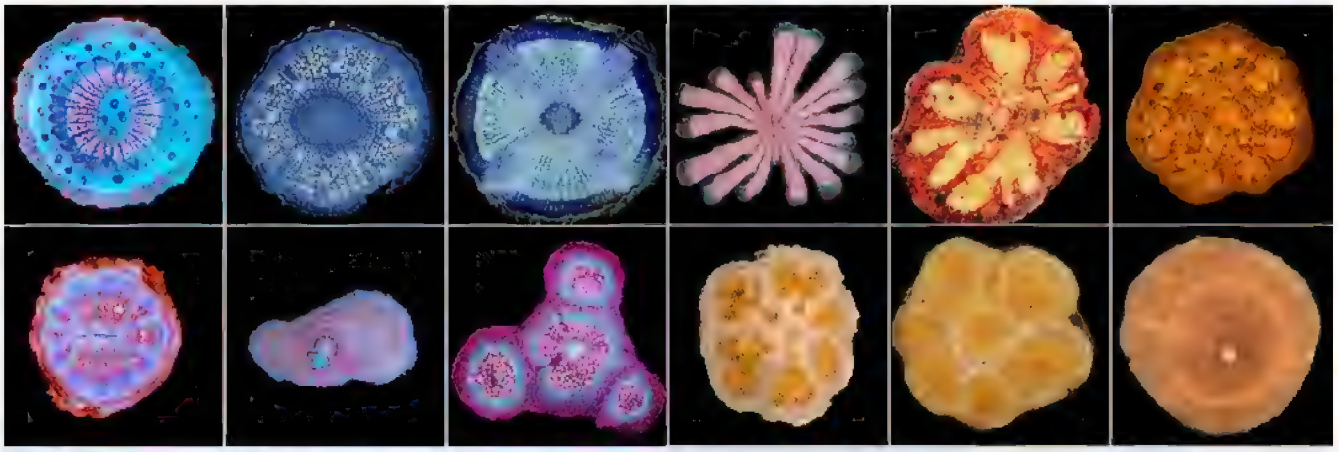
gramação cultural para o formato *on-line*.

"Cipós: os segredos da floresta" mostra as plantas trepadeiras ou lianas, reconhecidas devido aos caules pendurados ou entrelaçados entre árvores e que chegam a representar um quarto de todas as espécies em florestas tropicais, fornecendo alimento para a fauna e passarelas suspensas por onde animais podem se locomover no topo das árvores.

A iniciativa do IB foi uma das ganhadoras do 5º Edital Santander/USP/FUSP de Fomento às Iniciativas de Cultura e Extensão que selecionou projetos de extensão universitária voltados para a sociedade.

A importância dos cipós na biodiversidade está presente no ciclo da água, na distribuição de nutrientes pelas florestas e como recursos naturais para os seres humanos. Crescendo a partir do solo, as plantas dessa espécie escalam as árvores, entre outros suportes, e produzem flores que se transformam em frutos, dando origem, por exemplo, à uva, ao maracujá, ao guaraná e ao kiwi.

Também são usados em paisagismo, como no caso da trepadeira de arco e o cipó-de-são-joão, além de servir a tratamento fitoterápico, como no caso do guaco, cipó-pucá e unha-de-gato.



Imagens macroscópicas e microscópicas de vários tipos de cipós
Foto: Reprodução/Linha da Cultura – Metrô SP

A exposição é composta de vídeos e imagens artísticas naturais, com desenhos em forma de cruz, flor, pés, triângulos, círculos concêntricos, entre outros formatos que ainda são mistérios a descobrir sobre sua diversidade.

Confira as imagens da exposição "Cipós: os segredos da floresta" de Caian Gerolamo acessando

Comentário nosso para quem assistir o vídeo:

Merece observação a declaração de que "a natureza faz formas e desenhos", o que fez com que Darwin (1865) chegasse a afirmar: "os cipós são fascinantes"!

Realmente a natureza criada por Deus revela o esplendor de Sua glória!

ALGUMAS VARIEDADES DE CIPÓS NA MATA

RÉPTIL BEM PRESERVADO É ENCONTRADO NA BARRIGA DE ICTIOSSAURO

FÓSSIL SUGERE QUE ICTIOSSAUROS FORAM MEGA-PREDADORES DO PERÍODO TRIÁSSICO

(Redação Galileu 23 de agosto, 2020 - 16h12)

O fóssil de ictiossauro foi descoberto em 2010 em um penhasco no sudoeste da China e, um ano depois, foi extraído e levado para o Museu do Geoparque Xingyi no distrito de Wusha. Os cientistas não podem afirmar se o animal era um predador e não um necrófago, mas há pistas que apontam para a primeira opção.

O ictiossauro, um réptil marinho semelhante a um golfinho que viveu há mais de 230 milhões de anos (*sic*), era provavelmente um mega-predador, disse um grupo de paleontólogos nesta quinta-feira (20/8/2020).

O ictiossauro tinha cerca de cinco metros de comprimento. "A maioria dos grandes ictiossauros que conhecemos tinha dentes pouco afiados, então acreditava-se que se alimentavam de lulas", explicou o pesquisador.

Porém, a presença de uma presa de quatro metros, engolida sem cabeça nem cauda, mostra que ele era, sem dúvida, tão predador quanto os crocodilos, que também não têm dentes afiados, mas são capazes de capturar presas com suas poderosas mandíbulas.

"O conteúdo na barriga do nosso ictiossauro não foi marcado pelo ácido do estômago, então ele deve ter morrido logo após a ingestão desse alimento", analisou em um comunicado Ryosuke Motani, coautor do estudo e professor de Paleobiologia da Universidade da Califórnia em Davis, dos Estados Unidos e coautor da pesquisa publicada na revista *iScience*.

Encontrar conteúdos no estômago de fósseis marinhos é algo muito raro. Por isso, pesquisadores estudam os dentes e as mandíbulas dos espécimes para encontrar pistas sobre a sua alimentação. Como os ictiossauros não tinham dentes grandes e pontiagudos, é possível que eles fossem capazes de capturar presas da mesma forma que os crocodilos que conhecemos hoje o fazem: apostando na força de suas mandíbulas.

Os ictiossauros eram répteis marinhos que viviam no mar

Ryosuke Motani
Professor do Departamento de Geologia da Universidade da California - Davis

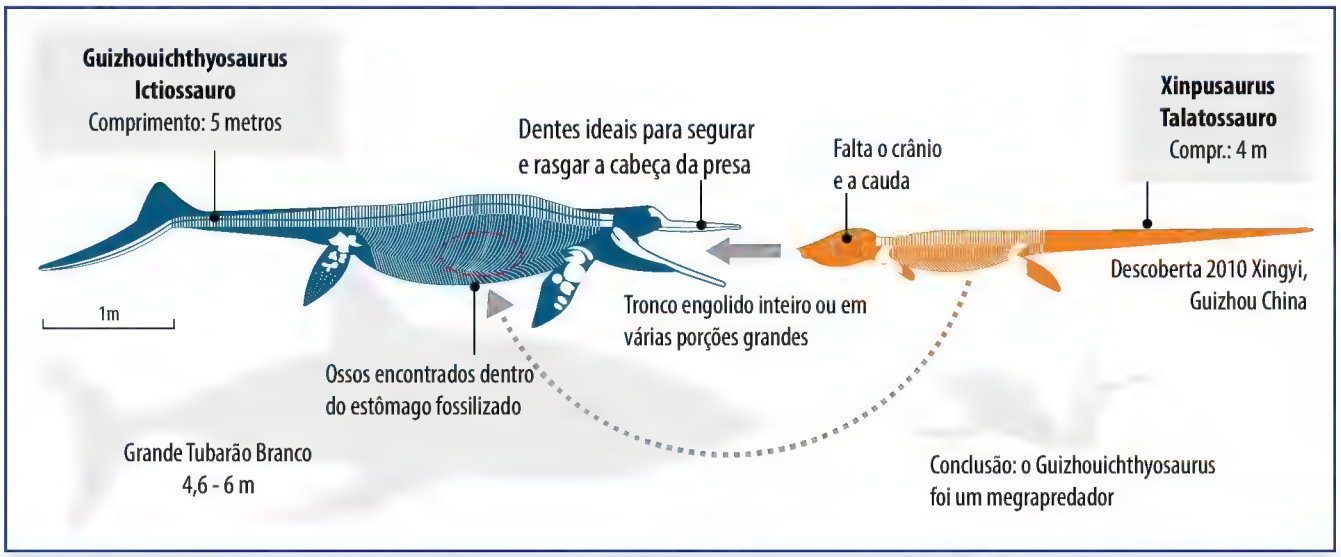
No estômago da espécie, que era estudada há uma década, os restos mortais que foram encontrados foram identificados como sendo de outro réptil, o "talatossauro", que parecia uma iguana marinha e era quase tão grande quanto seu predador.

"O estudo sugere que mais ictiossauros do que pensávamos eram mega-predadores, ou seja, se alimentavam de presas do tamanho de humanos ou maiores", disse Ryosuke Motani. "Não há sinais de apodrecimento da presa: se fosse um cadáver em decomposição, os dedos não estariam mais presos ao corpo", disse Motani. Além disso, a cauda do talatossauro foi encontrada a poucos metros, o que dá crédito à ideia de que foi mordida e arrancada pelo predador. O ictiossauro, no entanto, provavelmente morreu logo após sua última refeição.

O local onde os fósseis foram encontrados já está sendo escavado há 10 anos, e continuará a ser estudado. "Vamos ver o que mais encontraremos", se empolgou Motani.

O fóssil do ictiossauro foi descoberto em 2010 no sudoeste da China, de onde foi extraído no ano seguinte e transferido para o Museu do Geoparque Xingyi, no distrito de Wusha

Este é mais um caso de descoberta de fósseis contendo em seus estômagos restos de comida não digeridos, que invariavelmente são examinados à luz da visão uniformista! Para um observador verdadeiramente isento de pressuposições uniformistárias é evidente que esses achados indicam morte ocasionada por algum evento catastrófico que sepultou muito rapidamente o animal que posteriormente se fossilizou e assim permaneceu como testemunha de que realmente ocorreu essa catástrofe! Por que razão a catástrofe do Dilúvio bíblico tem sido sistematicamente exorcizada na Paleobiologia?!



ESQUEMA ILUSTRATIVO DA CAPACIDADE PREDADORA DO ICTIOSSAURO

ARTISTA DESENHA ANIMAIS COM BASE APENAS EM SUA ESTRUTURA ÓSSEA PARECEM DE OUTRO MUNDO!

Amanda dos Santos (Informações do *IFL Science*)

Os dinossauros costumam ser retratados sempre como um *Tyrannosaurus rex*. São cabeças imensas, braços magros e grandes mandíbulas abertas. Como são animais extintos, qualquer representação é baseada em esqueletos fossilizados. Mas será que essas representações com base em ossos fossilizados são assim tão confiáveis?

Reinvenção de animais com base apenas em sua estrutura óssea

O ilustrador e paleoartista C. M. Kosemen, de Istambul, resolveu testar como seriam os animais com base apenas em sua estrutura óssea. O artista contou ao *DailyMail* que teve essa ideia ao observar o raio-x de um crocodilo. Se ele é parente próximo do dinossauro, por que possui mais músculos, gordura e tecidos moles do que as reproduções do dinossauro?

Provavelmente, os primeiros ilustradores que representaram esses animais reproduziram com alguns erros que foram replicados ao longo dos últimos 40 anos. Então, ele criou uma série de ilustrações como se os animais atuais estivessem extintos e sem inspiração viva.

Realmente, observamos que eles seriam retratados de forma errada e, muitas vezes, terríveis. E era esse o objetivo do paleoartista: questionar o modo como os dinossauros são retratados na atualidade.

Apenas baseado em crânios de elefantes, não teríamos ideia de que ele, na verdade, tem uma tromba que funciona como um nariz preênsil semelhante a um tubo de 2 metros e nem que fosse tão grosso e enrugado. Portanto, um grande problema é adivinhar a quantidade de tecido mole ao redor do osso. Por esse motivo, as representações podem ser extremamente magras, como a "re-imaginação" de um babuíno:

Desse modo, é fácil observar como os paleoartistas podem ter distorcido como dinossauros ou qualquer outro animal extinto teriam sido em sua existência.

Distorções dessas reconstruções

Sob o mesmo ponto de vista, a maneira como os *Velociraptors* foram reconstruídos por pesquisadores ao longo dos anos foi da forma tradicional em que dinossauros são retratados. Por décadas, presumiu-se que essas

Desenho de um cisne baseado em seu esqueleto.
Foto: C. M. Cossman.

"Re-imaginação" de um babuíno

Nova concepção do *Velociraptor*
(Imagem: Fred Wierum, Domínio Público. CC BY-SA 4.0)

Uma reconstrução de como os unicórnios siberianos podem ter se parecido.
(Crédito: Hoy)

criaturas da Era Cretácea eram parecidos com lagartos eretos, ágeis e furiosos. No entanto, os paleontólogos agora acreditam que eles eram, na verdade, mais semelhantes a uma ave de rapina terrestre com penas e plumagem colorida.

Outro grande engano de retratação animal ocorreu com o esqueleto de um rinoceronte-lanudo. Ele foi desenterrado na cidade montanhosa de Quedlinburg, atual Alemanha, em meados de 1600. No século 17, as pessoas não tinham conhecimento deste animal extinto da Idade do Gelo, com chifres grandes. Além disso, eles acreditavam em unicórnios.

Por isso, quando o esqueleto chamou a atenção do cientista prussiano Otto von Guericke, ele viu o grande chifre único do esqueleto e achou que fosse um unicórnio. Por falta de boa parte dos ossos, sua reconstrução do "unicórnio" ficou incompleta.

Para saber mais sobre as "re-imaginações" de C. M. Kosemen dos animais modernos, visite seus vídeos pelo QRcode RC100-SITE 1 e e particularmente quanto aos dinossauros, o QRcode RC100-VÍDEO 13.

Realmente a partir de dados incompletos sobre a estrutura e aparência de qualquer objeto, a sua reconstrução fica em grande parte dependendo da imaginação do artista que se propõe a tarefa de desenhá-lo ou esculpi-lo, daí o neologismo "re-imaginação"... Essa é a razão da discrepância entre as várias tentativas da sua representação, verdadeiramente "artística".

Fica aí o recado para os incautos que aceitam coimo real aquilo que é apresentado a partir da imaginação que parte, mesmo inconscientemente, de meros pressupostos aceitos como válidos mas que não condizem com a realidade dos fatos!

Catálogo geral de re-imaginações de animais modernos, por C. M. Kosemen
RC100-SITE 1

Abordagem específica sobre dinossauros, por C. M. Kosemen
RC100-VÍDEO 13

O Unicórnio na Arte
Afresco de "A Virgem e o Unicórnio". Domenico Zampieri, c. 1602.
(Palazzo Farnese, Roma)

Pégaso - outro animal imaginário
Re-imaginação de ente da mitologia grega

CAMPORI EM BARRETOS

O Parque do Peão, na cidade de Barretos, SP, nacionalmente conhecido pela realização de rodeios, recebeu entre os dias 08 e 20 de janeiro de 2019, a quinta edição do "Campori Sul-americano de Desbravadores", com a participação de mais de 100.000 pessoas, das quais cerca de 16.000 visitaram o "Creation Center" instalado pela SCB no centro do Parque.

Este foi um evento organizado pela Divisão Sul-Americana da Igreja Adventista, especialmente dedicado a jovens e juvenis pertencentes a Clubes do tipo de Escoteiros (denominados Aventureiros e Desbravadores) de oito países latin-americanos da parte sul da América do Sul.

Vistas aéreas do Parque do Peão

A Sociedade Criacionista Brasileira esteve ali representada por cerca de 50 colaboradores seus, que participaram das atividades relativas à divulgação do Criacionismo, no espaço que foi denominado "Creation Center", onde foi apresentado farto material didático de suas publicações sobre o tema exposto também em *kits* didáticos, cartazes e modelos ilustrativos, e especialmente amostras de fósseis e réplicas em escala, de dinossauros, dispondo ainda de uma área para escavações em tempo real, para a busca de restos fósseis.

Alguns momentos na exposição da SCB

Grupo da coordenação da SCB

A SCB manifesta aqui seus agradecimentos aos colaboradores seus que vieram de diversas partes do país, em particular de seus Grupos e Núcleos do Norte do Paraná, para atuarem como monitores e expositores, cumprimentando-os na pessoa de seu dinâmico Diretor Dr. Agrinaldo Jacinto Júnior.

Particularmente, a SCB agradece a participação do artista plástico Jonas Lima Corrêa Neto e sua esposa Noêmia Viana Barreto Corrêa pela apresentação de numerosas réplicas de animais antediluvianos, que enriqueceram a exposição, chamando a atenção para o episódio do dilúvio bíblico, complementando a mostra do "Creation Center".

Réplica de Apatossauro exposta no Campori

TOGETHER
EVENTO DE MISSÕES EM BRASÍLIA

Ginásio Nilson Nelson (em primeiro plano) e Estádio Mané Garrincha

O evento foi realizado de 21 a 24 de novembro de 2019 em quatro ambientes - Estádio Mané Garrincha, Ginásio Nilson Nelson, Centro de Convenções Ulysses Guimarães e locais públicos e privados de Brasília para a realização de ações sociais.

Centro de Convenções Ulysses Guimarães

A Sociedade Criacionista Brasileira participou desse evento montando um *stand* logo na **entrada** principal do Centro de Convenções Ulysses Guimarães, com a participação de seus colaboradores, dentre os quais o Pastor Júlio Mello Soares e sua esposa Mohedja Galvão Soares que lideraram a exposição de fósseis que despertou grande interesse para os visitantes.

Além dessa exposição, puderam também ser divulgadas as publicações da Sociedade – li-

Vistas parciais do *stand* da SCB

vros e revistas – e alguns de seus *kits* didáticos.

A SCB manifesta aqui seus agradecimentos especialmente aos membros de seus Núcleos do Norte do Paraná Thomas Oehninger Ramos, Vinícius Dias Kümpel, Maura Eduarda Lopes Brandão e Rodrigo Pontes de Lemos, bem como a todos os demais colaboradores seus que vieram de diversas partes do país, na pessoa do Diretor de Grupos e Núcleos da Aociedade, o Dr. Agrinaldo Jacinto Júnior, a cargo de quem ficou todo o planejamento e execução, bem como o atendimento ao público no *stand*, que recebeu centenas de pessoas interessadas.

Vista da réplica do Apatossauro exposto fora do Centro de Convenções
Obra do artista plástico Jonas Lima Corrêa Neto

LANÇAMENTO DE NOVOS LIVROS

A Sociedade Criacionista Brasileira publicou neste ano de 2019 os três livros apresentados a seguir, que já se encontravam diagramados, esperando a oportunidade de poderem ser impressos.

O seu conteúdo geral fica bem definido no texto inserido nas suas quartas capas, como mostrado nas respectivas ilustrações apresentadas a seguir.

O ENGANO DO EVOLUCIONISMO

• Durante os últimos quase 150 anos, o Darwinismo, que rejeita o fato da Criação, e portanto a existência de Deus, tem feito com que muitas pessoas abandonem a fé ou mergulhem na dúvida. Assim, é um importante dever mostrar que essa teoria é um engano que se relaciona bastante com nossa posição religiosa. É imperativo que esse importante dever se manifeste como um serviço prestado a todas as pessoas. Como alguns de nossos leitores poderão ter a oportunidade de ler apenas um de nossos livros, achamos apropriado destinar, em cada um de nossos livros, um capítulo especialmente dedicado a um resumo desse assunto.

• Outro ponto a ser destacado relaciona-se com o conteúdo do livro. O estilo sincero, simples e fluente utilizado pelo autor, garante que todas as pessoas, de qualquer idade, e de qualquer nível social, possam enten-

der facilmente o conteúdo de seus livros. Essa maneira lúcida e eficaz de expor os assuntos faz com que os livros tornem-se possíveis de serem lidos de capa a capa em uma só leitura. Mesmo pessoas que rejeitem rigorosamente a espiritualidade, são influenciadas pelos fatos apresentados nesses livros, e não têm como refutar a veracidade de seu conteúdo.

• Este livro, e todos os outros do mesmo autor, podem ser lidos individualmente ou em grupos de estudo. A leitura em grupo, por pessoas que desejem melhor aproveitá-lo, será útil no sentido de que cada leitor poderá trocar suas próprias reflexões e comentários com os demais participantes.

• Além disso, a exposição e a leitura desses livros será uma grande contribuição prestada à religião, pois eles foram escritos com a intenção de somente louvar a Deus. Todos os livros do autor são extremamente convincentes, e por essa razão, para quem desejar transmitir conhecimentos religiosos a outras pessoas, um dos métodos mais efetivos é encorajá-las a ler esses livros.

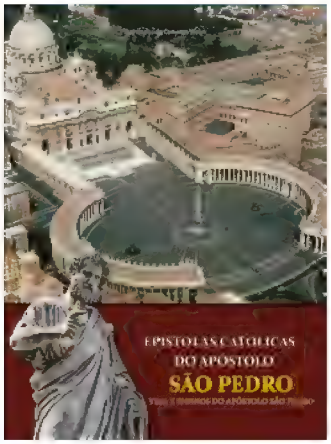
• Nesses livros você não encontrará, como em alguns outros, os pontos de vista pessoais do autor, explicações baseadas em fontes duvidosas, estilos que não observam o respeito e a reverência para com assuntos sagrados, nem relatos desesperançados, que induzam dúvidas, ou pessimistas, que criem desvios no coração.

AS MARAVILHAS DA CRIAÇÃO

Crianças!
Alguma vez Vocês pararam para pensar:

- Como se formou o Universo?
- Como vieram à existência o Sol e a Lua?
- Onde Vocês estavam antes de nascer?
- De onde vieram a existir os mares, as árvores e os animais?
- Como surgiram do solo marrom as maravilhosas frutas coloridas de que tanto gostamos, como as bananas, as laranjas, os caquis e os morangos?
- Quem lhes deu suas variadas colorações e perfumados cheiros?
- Como as frágeis abelhas aprenderam a fazer o delicioso mel?
- Como elas conseguem fazer suas colmeias com favos tão perfeitos?
- Como surgiu o primeiro ser humano?

Neste livro Vocês irão aprender as respostas corretas para essas e outras muitas questões que surgem quando Vocês param um pouco para pensar!



AS EPÍSTOLAS CATÓLICAS DO APÓSTOLO SÃO PEDRO

A Sociedade Criacionista Brasileira tem a satisfação de lançar este livro sobre a vida e ensinos do apóstolo São Pedro escrito a partir do texto bíblico dos Evangelhos e do livro de Atos dos Apóstolos, de comentários inspirados da escritora Ellen G. White transcritos como pano de fundo, e do próprio texto das duas epístolas da autoria do apóstolo.

Com vistas a um público interessado em maior conhecimento não só sobre a vida, mas também da época em que o discípulo Pedro se torna o grande apóstolo da Igreja primitiva, foram também inseridas

informações de caráter histórico sobre usos e costumes, bem como sobre crenças do mundo greco-romano, paralelas ou contrárias às revelações trazidas pelo então nascente Cristianismo.

Nesse sentido, é recomendável também a leitura de outra publicação da Sociedade Criacionista Brasileira, intitulada "Relato da Criação nas Edições Católicas da Bíblia", agora em segunda edição, com a inclusão de um "Apêndice" contendo algumas considerações achadas úteis para destacar a relação entre os dias da criação e o "Credo" apostólico que logo em seu início declara a crença no "Deus Pai, todo poderoso, Criador dos céus e da terra".

A leitura atenta do texto das duas Epístolas de São Pedro apresenta-nos o voluntarioso discípulo transformado no humilde apóstolo que passa a reconhecer sua participação na nascente Igreja Cristã como uma pequena pedra que se junta às demais para a construção do sólido edifício que tem como base a "pedra de esquina", nosso Senhor Jesus Cristo.

Este livro é dedicado, pelo Autor das considerações nele inseridas, especialmente aos seus numerosos amigos que professam a fé católica apostólica romana, com o agradecimento pela comunhão amigável mantida desde os bancos escolares até às atividades acadêmicas e profissionais, no decorrer de sua vida.

1º ENCONTRO DOS NÚCLEOS E GRUPOS DA SCB EM BRASÍLIA - 2018

Aproveitando os feriados da Semana da Páscoa de 2018, foi realizado em Brasília, no Centro Cultural da SCB, o 1º Encontro Nacional dos Núcleos e Grupos da Sociedade.

Estiveram reunidos representantes de praticamente todos os Núcleos e Grupos da SCB, que puderam conhecer mais de perto as atividades desenvolvidas pela Sociedade e trocar ideias sobre suas experiências, partilhando problemas e soluções encontradas em cada um de seus âmbitos nas diversas cidades em que se localizam, abrangendo vários Estados da Federação.

Estiveram presentes 21 representantes de 11 Grupos e Núcleos da SCB, conforme especificado na lista a seguir

REPRESENTANTES DOS NÚCLEOS	
CE - SOBRAL	GERSON PIRES DE ARAUJO
GO - GOIÂNIA	RODRIGO MELLO GOMES
MA - SÃO LUIS	HILTON BASTOS
SP - UNASP-EC	PAULO HENRIQUE SOUZA
PE - RECIFE	PETRIUS DA SILVA BELO
RS - PORTO ALEGRE	GUILHERME WEIZENMANN
	PAULA TREIN
PR - LONDRINA	THOMAS OEHNINGER RAMOS
	EDILAINE PEIXOTO MARTINS
	ALEXANDRE MARCOS MARIN ROCHA
	MARCELA CALIXTO

REPRESENTANTES DOS NÚCLEOS	
PR - LONDRINA	MOEMA RUBIA
	DIEGO MARQUES SILVA
PR - MARINGÁ	AGRINALDO JACINTO DO NASCIMENTO JR
	ANDERSON GRUDTNER MARTINS
	EVERTON FERNANDO ALVES
	KELLY GODOY
	GABRIELA CRUZ
RN - NATAL	DIANA MARQUES MARTINS CHACON
SC - BLUMENAU	ALEXANDRE KRETZSCHMAR
	EMERSON LUBITZ

Estiveram presentes também todos os membros da Diretoria Executiva e do Conselho Consultivo da SCB e o palestrante convidado Dr. Tarcísio da Silva Vieira.

O encontro foi realizado em conformidade com a programação mostrada abaixo.

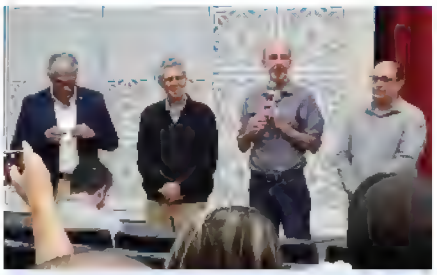
PROGRAMAÇÃO		
Brasília/DF - 30/3 a 1/4/2018		
1º DIA -30/03/2018 (Sexta-feira)		
14h00-14h30	Filmes Criacionistas e Apresentação de cada um dos Presentes ao Evento	SCB / Organizadores
14h30-15h00	Abertura do Encontro	Presidente do Conselho Consultivo da SCB Dr. Ruy Carlos de Camargo Vieira
15h00-16h00	Programação da SCB/DSA/GRICOM	Presidente da SCB - Marcos Natal de Souza Costa
16h00-16h15	Intervalo	
16h15-16h45	A SCB e suas atividades	Diretor Executivo da SCB - Rui Corrêa Vieira
16h45-17h30	Sugestões de atividades e padrões da SCB para os Núcleos	Diretor Secretário da SCB - Hipólito Gadelha Remígio
17h30-18h00	Estatuto e Regimento da SCB	Diretor Executivo da SCB - Rui Corrêa Vieira
18h00-18h15	Intervalo	
18h15-18h30	Apresentação de Devocional	Primeiro Vice-Presidente da SCB - Cezar Degraf Matheus
18h30-19h10	LANCHE	
19h10-20h15	Apresentação dos Núcleos Existentes	NUMAR, NULON, NUBLU, NUPOA, UNASPEC, e outros presentes
20h15-20h30	Encerramento das atividades do dia	SCB / Organizadores / Participantes
2º DIA - 31/03/2018 (Sábado)		
09h00-09h15	Filmes Criacionistas	SCB / Organizadores
09h15-10h30	Porque sou criacionista (Abordagem para um não criacionista)	Rodrigo Mello Gomes
10h30-10h40	Intervalo e interação entre os presentes	
10h40-12h00	Culto Divino: O criacionismo no contexto do plano da salvação e da escatologia	Pastor Gerson Pires de Araujo
12h00-14h00	ALMOÇO	
14h00-14h15	Filmes Criacionistas	SCB / Organizadores
14h15-15h00	Verdades na Escola e a Doutrinação Evolucionista - como efetuar a abordagem para não criacionistas	Tarcísio da Silva Vieira

PROGRAMAÇÃO		
Brasília/DF - 30/3 a 1/4/2018		
2° DIA - 31/03/2018 (Sábado)		
15h00-15h45	Como fazer a abordagem da controvérsia Criação x Evolução nos meios de comunicação	Segundo Vice-Presidente da SCB - Pastor e Jornalista - Michelson Borges
15h45-16h00	Intervalo	
16h00-16h30	Minha experiência nas atividades criacionistas e inicio do NUMAR	Agrinaldo Jacinto do Nascimento Jr. / Thomas Oehninger Ramos
16h30-16h45	Lançamento da Revista: "Origem em Revista" e projeto "Onze de Genesis - Uma herança de pai para filho"	Alexandre Kretzschmar
16h45-17h00	Lançamento dos livros: "Revisitando as Origens" e "Teoria do Design Inteligente - Evidências científicas no campo das ciências biológicas e da saúde"	Everton Fernando Alves
17h00-17h30	Uniformização nos procedimentos relativos à informática (sites, e-mails, loja virtual, banco de dados, etc.)	Anderson Grudtner Martins
17h30-18h15	Sessão de Perguntas e Respostas	SCB / Organizadores / Participantes
18h15-18h30	Apresentação de Devocional	Primeiro Vice-Presidente da SCB - Cezar Degraf Matheus
18h30-19h15	LANCHE	
19h15-20h00	Visitação ao Centro Cultural da SCB	
20h00-20h30	Publicações, Minicentros Criacionistas e outros materiais disponíveis da SCB + lançamento livros	Diretor Executivo da SCB - Rui Corrêa Vieira + Diretoria da SCB
20h30-20h40	Encerramento das atividades do dia	SCB / Organizadores / Participantes
3° DIA - 01/04/2018 (Domingo)		
09h00-10h00	A identidade da SCB	Presidente da SCB - Marcos Natal de Souza Costa
10h00-10h30	Cursos à distância, games, etc	Apoio de Fábio Porto
10h30-10h40	Intervalo	
10h40-11h40	Organização, Identidade e Programação das atividades dos Núcleos / Grupos vinculados à SCB	SCB / Organizadores / Participantes
11h40-12h15	Avaliação e Encerramento do Evento	SCB / Organizadores / Participantes
12h15-13h00	ALMOÇO	

Seguem algumas fotos ilustrativas de momentos diversos do Encontro, inclusive uma delas mostrando o pacote de publicações da SCB que foram entregues a cada representante de Núcleos e Grupos, para incentivar seus membros a conhecerem melhor o seu valioso conteúdo para melhor conhecimento dos fundamentos da controvérsia entre Criação e Evolução.

I ENCONTRO SUL-BRASILEIRO DE NÚCLEOS DA SCB EM SANTA CATARINA - 2019

Foi realizado no "CATRE" de Santa Catarina, de 28 a 30 de setembro de 2018, o I Encontro Sul-Brasileiro de Núcleos da SCB, com o objetivo geral de maior integração dos Núcleos entre si e com a Sede, com reuniões, oficinas, atividades e outros



Abertura dos Trabalhos

Manifestação do Diretor Executivo da SCB

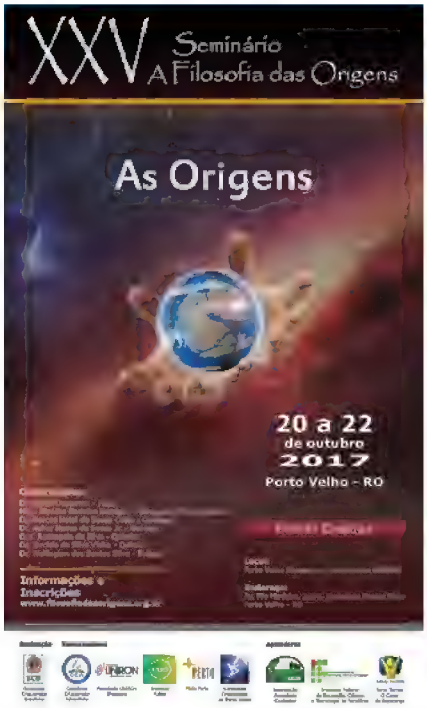
momentos que promovam discussões sobre temas de interesse comum.

A ideia básica foi possibilitar a elaboração de projetos e ações conjuntas incentivando a atuação dos Núcleos de forma ampla e coordenada entre si, visando a otimização da utilização de recursos tanto humanos como materiais.

Participantes dos vários Núcleos Sul-Brasileiros da SCB

XXV SEMINÁRIO "A FILOSOFIA DAS ORIGENS"

A Sociedade Criacionista Brasileira realizou o seu XXV Seminário sobre "A Filosofia das Origens" de 20 a 22 de outubro de 2017, no Auditório da UNIRON, situado no "Porto Velho Shopping" da cidade de Porto Velho – RO à Avenida Rio Madeira, 3288 - Bairro Flodoaldo Pontes Pinto, com a participação do seguintes conferencistas convidados:



• Airton Deppman

Físico Graduado em Física pela Universidade de São Paulo (1987), mestrado em Física pela Universidade de São Paulo (1990) e doutorado em Física pela Universidade de São Paulo (1993). Atualmente é professor associado do Instituto de Física da USP. Tem experiência na área de Física, com ênfase em Propriedades de Partículas Específicas e Ressonâncias, atuando principalmente nos seguintes temas: Cálculos de reações nucleares com os métodos de Monte Carlo e de Dinâmica Quântica Molecular, análise de dados de colisões em energias ultra-relativísticas, aspectos termodinâmicos de sistemas hadrônicos, ressonâncias nucleônicas, propriedades nucleônicas, fissão e *spallation*.

• Hipólito Gadelha Remígio

Bacharel em Direito e em Ciências Contábeis com mestrado em Contabilidade voltada ao Serviço Público; perito judicial da Justiça Federal do DF desde 2001; tem ministrado cursos na área de direito financeiro em órgãos como o Supremo Tribunal Federal, Procuradoria Geral da República, Instituto Legislativo Brasileiro e Tribunal de Contas da União. Foi professor substituto da Matéria de Auditoria e Direito Comercial na Universidade de Brasília UnB e Conselheiro Fiscal do Banco Nacional de Crédito Cooperativo como representante do Ministro da Fazenda. É sócio fundador do Instituto de Perícia e Arbitragem de Brasília. Analista de Finanças e Controle da Secretaria do Tesouro Nacional e desde 1993 é Consultor de Orçamentos do Senado Federal. Atualmente é Diretor Secretário da SCB.

• Marcos Natal de Souza Costa

Graduado em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Geologia (Área de Geologia Econômica) pela UFMG. Doutor em Geologia (Área de Geologia Econômica) pela Universidade Estadual Paulista - UNESP. Professor de Geologia e Paleontologia do UNASP, Campus São Paulo, Coordenador do Núcleo de Estudos das Origens do UNASP.

• Nahor Neves de Souza Jr.

Geólogo, com Doutorado em Geotecnia pela USP, professor de Geologia e Mecânica das Rochas na UNESP e USP, e de Ciência e Religião no UNASP - CII, com várias publicações didáticas, artigos científicos em ciência e religião e autor do livro "Uma Breve História da Terra". Coordenador do *Geoscience Research Institute* no Brasil e da publicação "Ciências das Origens" em parceria com a Sociedade Criacionista Brasileira.

• Rosângela da Silva

Possui graduação em Química Industrial pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (1996) e mestrado (2004) e doutorado (2008) em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul na área de Química Analítica Ambiental. Tem experiência na área de Química, com ênfase em Química, atuando principalmente nos seguintes temas: combustíveis, emissões atmosféricas geradas pelos motores de combustão interna ciclo Otto antes e após sistema catalítico. Realizou PDEE no *Instituto de Catalysis y Petroleoquimica* em Madri, Espanha. Atuou como professora na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Atualmente é professora na Universidade de Brasília (UnB).

• Tarcísio da Silva Vieira

Bacharel em Química e Biologia, pela Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, com Mestrado em Química Orgânica pela Universidade de Brasília, e Doutorado pela Universidade Federal de Goiás. Colaborador da Sociedade Criacionista Brasileira na edição do Manual Pedagógico do livro "Criação - Criacionismo Bíblico". Professor concursado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins.

• Wellington dos Santos Silva

Biólogo, com Mestrado em Genética pela UFSCAR, e Doutorado em Genética Humana pela Universidade de Brasília, professor na Faculdade Adventista da Bahia (IAENE), com vários artigos publicados na área.

O evento contou com o patrocínio do Consórcio Criacionista Adventista, da Faculdade UNIRON – Shopping, Instituto Kaleo Mais Perto e da incipiente Sociedade Criacionista de Porto Velho – RO e o apoio da Associação Amazônia Ocidental, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – Campus Calama e da Novo Tempo – O Canal da Esperança.

A seguir, apresenta-se a Programação do evento com os títulos das palestras proferidas e outras informações pertinentes.

PROGRAMAÇÃO		
Porto Velho - RO - 2017		
1º DIA - 20/10/2017 (Sexta-feira)		
18h00-19h30	Recepção – Filmes Criacionistas	SCB / Organizadores
19h30-19h45	Abertura do Seminário Dr. Cezar Degraf	Palestrantes / Convidados Especiais / Patrocinadores
19h45-20h45	Por que deixei de ser Ateu e Evolucionista	Hipólito Gadelha Remígio
20h45-21h30	Discussões / Perguntas / Sorteio de brindes / Informações	SCB / Organizadores
2º DIA - 21/10/2017 (Sábado)		
08h30-09h00	Filmes Criacionistas	Palestrantes / Convidados Especiais / Patrocinadores

PROGRAMAÇÃO		
Porto Velho - RO - 2017		
2° DIA - 21/10/2017 (Sábado)		
09h00-09h45	A Filosofia da Ciência	Airton Deppman
09h45-10h30	O Registro Fóssil e o Dilúvio	Marcos Natal de Souza Costa
10h30-10h40	Intervalo e Sorteio	
10h40-11h25	Epigenética, Criação e Evolução	Wellington Santos Silva
11h25-12h00	Sessão de Perguntas e Respostas	SCB / Organizadores
12h00-14h00	INTERVALO	
14h00-14h15	Filmes Criacionistas	SCB / Organizadores
14h15-15h00	O Passado Revela o Presente	Nahor Neves de Souza Jr.
15h00-15h45	Impossibilidade Química da Origem Espontânea da Vida	Rosangela da Silva
15h45-16h00	Intervalo e Sorteio	
16h00-16h45	A Química da Vida	Tarcísio da Silva Vieira
16h45-17h30	Sessão de Perguntas e Respostas	Todos os Palestrantes presentes / Organizadores
17h30-18h10	Cursos à Distância, Mini-Centros e Informações sobre a SCB	Fábio Porto, Hilda Valentim e Rui Corrêa Vieira
18h10-18h30	Lançamento de Publicações e Encerramento do Dia	SCB / Organizadores
18h30	Jantar	

XXVI SEMINÁRIO "A FILOSOFIA DAS ORIGENS"

A Sociedade Criacionista Brasileira realizou seu XXVI Seminário sobre "A Filosofia das Origens" de 27 a 29 de julho de 2018, na IASD Central da AAMAR, na cidade de Manaus – AM, com o patrocínio da IASD Central da AAMA, do Departamento de Educação da IASD, e do Consórcio Criacionista Adventista, com a seguinte programação.

PROGRAMAÇÃO		
Manaus - AM - 2018		
1° DIA – 27/07/2018 (Sexta-feira)		
18h00-19h30	Recepção – Filmes Criacionistas	SCB / Organizadores
19h30-19h45	Abertura do Seminário Dr. Cezar Degraf	Palestrantes / Convidados Especiais / Patrocinadores
19h45-20h45	A Origem dos Dinossauros	Marcos Natal de Souza Costa
20h45-21h30	Discussões / Perguntas / Sorteio de brindes / Informações	SCB / Organizadores
2° DIA – 28/07/2018 (Sábado)		
09h00-09h45	Modelos das Origens no Contexto da Controvérsia Criacionismo vs Evolucionismo	Nahor Neves de Souza Junior

PROGRAMAÇÃO		
Manaus - AM - 2018		
2° DIA – 28/07/2018 (Sábado)		
09h45-10h30	Evidências de Planejamento nas Plantas	Queila de Souza Garcia
10h30-10h40	Intervalo e Sorteio	
10h40-11h25	Epigenética, Criação e Evolução	Wellington Santos Silva
11h25-12h00	Sessão de Perguntas e Respostas	SCB / Organizadores
12h00-14h00	Almoço	
14h00-14h15	Filmes Criacionistas	SCB / Organizadores
14h15-15h00	Verdades na Escola e a Doutrinação Evolucionista	Tarcísio da Silva Vieira
15h00-15h45	O Registro Fóssil e o Dilúvio	Marcos Natal de Souza Costa
15h45-16h00	Intervalo e Sorteio	
16h00-16h45	Modelo das Origens no Contexto da Controvérsia Criacionismo vs Evolucionismo	Nahor Neves de Souza Jr.
16h45-18h10	Sessão de Perguntas e Respostas	Todos os Palestrantes presentes / Organizadores
18h10-18h30	Lançamento de Publicações e Reunião para Estudo da Fundação do Núcleo de Manaus da SCB	SCB / Organizadores
18h30	Jantar	
3° DIA – 29/07/2018 (Domingo)		
08h30-09h00	Filmes Criacionistas	Palestrantes / Convidados Especiais / Patrocinadores
09h00-09h45	A Origem das Raças	Wellington dos Santos Silva
09h45-10h30	A Química da Vida	Tarcísio da Silva Vieira
10h30-10h40	Intervalo e Sorteio	
10h40-11h25	Sessão de Perguntas e Respostas	Todos os Palestrantes presentes / Organizadores
11h25-12h00	Encerramento do Evento	SCB / Organizadores

• Marcos Natal de Souza Costa

Graduado em Geologia pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Mestre em Geologia (Área de Geologia Econômica) pela UFMG. Doutor em Geologia (Área de Geologia Econômica) pela Universidade Estadual Paulista – UNESP. Professor de Geologia e Paleontologia do UNASP, Campus São Paulo, Ex-Coordenador do Núcleo de Estudos das Origens do UNASP, e atualmente é Presidente da Sociedade Criacionista Brasileira, bem como representante da IASD na área de Criacionismo para toda a América do Sul, e membro do GRICOM junto a Conferência Geral da IASD.

• Nahor Neves de Souza Junior

Bacharel em Geologia (UNESP): 1976 – 1980. Geologia do Petróleo (PETROBRÁS): 1981. Mestre em Geotecnia (USP): 1982 – 1986. Doutor em Geotecnia (USP): 1988 – 1992. Atuação profissional: Geólogo da PETROBRÁS: 1981. Professor e Pesquisador – RDIDP (UNESP): 1982 – 1990. Professor e Pesquisador – RDIDP (USP): 1990 – 1995. Professor e Pesquisador – RDIDP (UNASP): 1995 – atual. Coordenador do Curso de Engenharia Civil (FEIS-UNESP): 1987. Coordenador do Curso de Engenharia Civil (UNASP-EC): 1998 – 2008. Diretor da Subsede Brasileira do Geoscience Research Institute (LLU): 2007 – 2017. Professor de Ciência e Religião no UNASP – CII, com várias publicações didáticas, artigos científicos em ciência e religião e autor do livro "Uma Breve História da Terra" e da publicação "Ciências das Origens" em parceria com a Sociedade Criacionista Brasileira.

• Queila de Souza Garcia

Bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), com Mestrado e Doutorado na área de Ecofisiologia Vegetal pela UNICAMP. É professora de Fisiologia Vegetal na UFMG desde 1994, e orientadora nos Programas de Pós-Graduação em Biologia Vegetal e Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e manejo da Vida Silvestre na UFMG. Graduada em Ciências Biológicas pela UFES, com Mestrado e Doutorado na área de Biologia Vegetal pela UNICAMP e Pós-doutorado em Ecofisiologia Vegetal pela Universidad de Barcelona (Espanha). É Professora Titular (Fisiologia Vegetal) na UFMG e orientadora no Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

• Tarcísio da Silva Vieira

Graduado em Ciências Biológicas, pela Fundação de Ensino Superior de Rio Verde, com Mestrado em Química Orgânica pela Universidade de Brasília, e Doutorado pela Universidade Federal de Goiás. Professor concursado no Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Tocantins.

• Wellington Dos Santos Silva

Biólogo, com Mestrado em Genética pela UFSCAR, e Doutorado em Genética Humana pela Universidade de Brasília, professor na Faculdade Adventista da Bahia (IAENE), com vários artigos publicados na área. Autor de vários capítulos e organizador do livro "Uma Introdução à História do Criacionismo Adventista no Brasil".

Palestrantes e participantes do Seminário

Palestrantes da SCB e duas Diretoras do INPA

Aproveitando sua presença em Manaus, os palestrantes tiveram a oportunidade de serem recebidos pela Direção do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, onde puderam manter contato com as linhas de pesquisa desenvolvidas pela instituição e serem acompanhados por um dos Diretores (Dra. Lúcia Rapp Pi-Daniel) em uma visita minuciosa às instalações abertas ao público.

Equipe da SCB com duas diretoras do INPE

Passeio pelo INPE

Aquário com peixe-boi

Exposições internas

Exposição interna

A maior folha do mundo

Mamíferos aquáticos da Amazônia

Coleção de peixes amazônicos

Borboletário

Exposição interna, com estaque para sucuri de grande porte

Término da visita

A COMPLEXIDADE DO FLAGELO BACTERIANO

ACASO OU PLANELAMENTO?

Grandes dificuldades apresentam-se para a explicação do surgimento repentino da vida, sob a estrutura conceitual evolucionista.

Uma delas é o surgimento inexplicável de complexas estruturas flagelares em "simples" bactérias! !

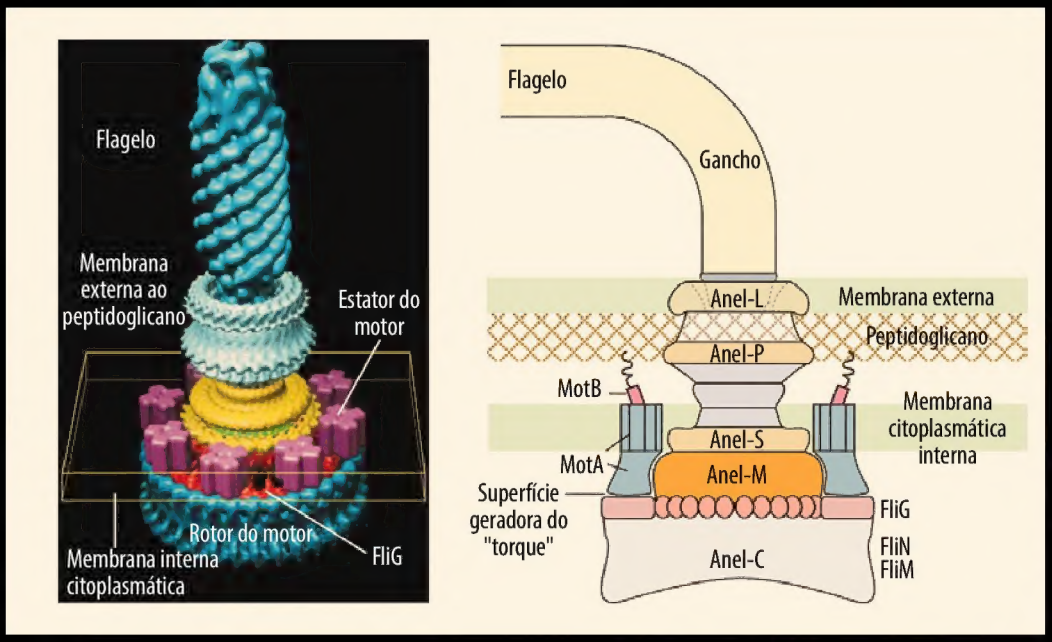
O flagelo bacteriano é um filamento oco, com 20 nanômetros de espessura, composto pela proteína flagelina. Tem forma helicoidal com uma dobra à saída da membrana celular (gancho), que faz com que ele fique virado para o exterior da célula.

Entre o gancho e a estrutura basal existe uma bainha que passa através de anéis de proteína na membrana celular, que funcionam como "rolamentos".

O flagelo bacteriano é movido por um "motor" rotativo composto de proteínas, localizado no ponto da membrana interna onde o flagelo tem a sua origem, e é acionado por um fluxo de prótons, causado por um gradiente de concentrações originado pelo metabolismo da célula.

O motor transporta prótons através da membrana, e é capaz de operar com 6.000 a 17.000 rpm. Com o filamento, normalmente atinge apenas 200 a 1000 rpm.

Como explicar, na estrutura conceitual evolucionista essas complexidades irredutíveis hoje estudadas em grande profundidade com sofisticados equipamentos, que permitem obter espetaculares informações sobre a complexidade dos mecanismos bioquímicos envolvidos em sua estrutura? Evidências irrefutáveis de planejamento com desígnio e propósito!



ISSN 2526-3948
9 772526 394000